ББК 32.884.19
В80

Составитель *А. И. Гусев*

Редактор *М. Е. Орехова*

В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 113/
В80 Сост. А. И. Гусев.— М.: Патриот, 1992.— 80 с., ил.

Описание радиолюбительских конструкций, методов расчета и настройки их основных узлов.

Содержащиеся в статьях сведения позволят творчески конструировать подобные устройстаа в радиолюбительской практике.

Для радиолюбителей с различным уровнем подготовки.

В $\frac{2300000000-033}{072(02)-92}$ 5—92

ББК 32.884.19
6Ф2.9

УСИЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

АВТОМОБИЛЬНЫЙ СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬ

Д. Атаев, В. Болотников

В период интенсивного развития аппаратуры высококачественного звуковоспроизведения, используемой в домашних условиях, предпринимались и предпринимаются попытки перенести имеющиеся в этой области достижения в автомобильную аппаратуру. Делается попытка превратить салон современного легкового автомобиля в «концертный зал».

К аппаратуре, устанавливаемой в автомобиле, предъявляются дополнительные требования, кажущиеся на первый взгляд непринципиальными, но которые в итоге определяют все ее основные эксплуатационные характеристики. Это — требования к техническим параметрам, конструкции, размещению, удобству управления и т. п. Hi-Fi комплекс для автомобиля может быть составлен по-разному, в зависимости от имеющихся приборов. Один из возможных вариантов, содержащий минимум аппаратуры и являющийся сейчас наиболее доступным, приведен на рис. 1. В качестве источника программ используются УКВ тюнер и малогабаритный кассетный проигрыватель (player). Тюнер можно заменить автомобильным радиоприемником, если последний позволяет принимать УКВ ЧМ станции в стереорежиме. Усилитель должен иметь необходимые регуляторы, быть хорошо согласованным с источниками программ и акустическими системами и обеспечивать выходную мощность, достаточную для высококачественного озвучивания салона. Что касается основных параметров, то здесь следует руководствоваться следующими минимальными требованиями.

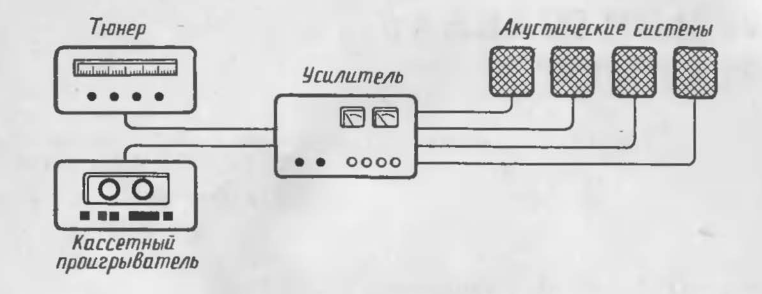


Рис. 1. Минимальный состав Hi-Fi комплекса для салона автомобиля

Суммарная выходная мощность, не менее	20 Вт
Диапазон рабочих частот при неравномерности АЧХ±3 дБ	20...20 000 Гц
Динамический диапазон, не менее	60 дБ
Коэффициент нелинейных искажений, не более	0,2%
Коэффициент интермодуляционных искажений, не более	0,6%

Группы громкоговорителей должны быть оформлены в закрытые акустические системы, размещаемые в салоне.

Учитывая, что легковые автомобили в большинстве своем укомплектованы радиовещательным приемником, а высококачественный кассетный проигрыватель нетрудно приобрести, в статье рассмотрим особенности проектирования стереоусилителя и размещения акустических систем, так как ими в основном определяется качество звуковоспроизведения в салоне автомобиля.

Требования, которые предъявляют к автомобильному стереоусилителю, касающиеся вопросов его эксплуатации, надежности при работе в разных климатических условиях, механической прочности и качественных характеристик, заметно отличаются от требований к бытовой звуковоспроизводящей аппаратуре.

Особенности эксплуатации системы озвучивания салона автомобиля (СОСА) обусловливаются ее назначением. Система должна быть не только и не столько источником развлечения, сколько способствовать поддержанию активного психологического состояния водителя и пассажиров при дальних переездах, когда монотонность дорожного движения притупляет внимание и нагнетает сонливость. А так как аппаратурой СОСА управляют при движении автомобиля, то нужно, чтобы это было максимально просто и не отвлекало внимание

водителя. Отсюда следует, что усилитель должен быть минимальных размеров, удобно размещен в салоне, максимально облегчено управление аппаратом в реальных условиях эксплуатации.

В отечественных автомобилях не предусмотрено место для установки усилителя. Наиболее подходящий вариант размещения — под приборным щитком. При этом конструкция усилителя и элементы его управления должны исключать возможность случайного травмирования водителя или пассажира при резком торможении или аварии автомобиля. Корпус усилителя не должен иметь острых выступающих частей и по возможности должен быть полностью скрыт, за исключением органов управления.

Климатические требования обусловлены особенностью эксплуатации автомобилей, которые могут находиться в субтропиках и при сорокаградусных морозах, в местах с влажным морским или с жарким и сухим климатом и перемещаться из одной природной зоны в другую. Во всех случаях усилитель, установленный в автомобиле, должен работать одинаково надежно. Исходя из этого, выбирают материалы для элементов конструкции усилителя, узлы и детали, антикоррозийные покрытия и т. п. Однако, учитывая, что аппаратура СОСА все-таки находится внутри автомобиля, там же, где располагаются водитель с пассажирами, электрические параметры усилителя, как и другой радиоаппаратуры, можно задавать для нормальных климатических условий, как наиболее характерных для эксплуатации. Но в отличие от бытовой радиоаппаратуры, автомобильные усилители должны сохранять электрические параметры в более широком интервале температур окружающей среды (от —20 до +55 °С) и влажности (до 95% при +30 °С).

Повышенная температура влияет на режимы работы полупроводников и на изменение емкостей и сопротивлений. Разогрев элементов усилителя под действием окружающей среды — двигателя автомобиля, системы отопления, от окружающего воздуха — может достигать 50...55 °С, и поэтому требуется жесткая температурная компенсация изменений параметров усилителя.

Особенно к неприятным последствиям приводит воздействие повышенной температуры на транзисторы оконечного каскада усилителя. На них и при нормальной работе рассеивается в виде тепла значительная мощность, и дополнительный нагрев может привести к лавино-

образному росту коллекторного тока и, как следствие, к их выходу из строя.

Пониженная температура, как и повышенная, вызывает температурные изменения режимов работы активных элементов и появление переходных искажений, особенно заметных при малых уровнях громкости. Уменьшается емкость конденсаторов фильтров и переходных конденсаторов.

Стоянка автомобиля на открытом воздухе предопределяет постоянное пребывание автомобильного усилителя в условиях повышенной влажности. Особенно неблагоприятно одновременное воздействие повышенных температуры и влажности. При этом наблюдается интенсивное окисление металлических элементов усилителя, активное взаимодействие влаги с остатками флюсов, использовавшихся при пайке: происходит окисление паяных соединений, что ведет к нарушению контактов. Чтобы уменьшить воздействие влаги, необходимо принимать специальные технологические меры, например, применять влагостойкие прокладки.

Требования к механической надежности. Усилитель, установленный в автомобиле, постоянно подвергается воздействию вибрации и тряски. Поскольку диапазон вибраций достаточно широк, то имеется опасность совпадения частоты вынужденной вибрации с собственной частотой механического резонанса отдельных элементов усилителя, что может привести к их поломке, к нарушению контактов, а как следствие — прерывание звука, треск и хрипы.

Таким образом, надежное крепление всех элементов является обязательным условием устойчивой работы усилителя в автомобиле. Одновременно они должны быть надежно защищены от возможности проникновения в них пыли (особенно в переменные резисторы), только в этом случае можно гарантировать стабильную и долговременную работу усилителя.

Особенности акустики салона автомобиля и выбор параметров усилителя. Качество звучания в салоне автомобиля зависит как от характеристик самого усилителя и громкоговорителей, так и от акустических параметров салона автомобиля и шумов, возникающих при движении автомобиля.

Электрические параметры канала воспроизведения и расположение громкоговорителей в салоне выбирают из условия получить минимальную неравномерность амплитудно-частотной характеристики во всем воспроизводимом интервале частот и во всех точках салона.

Для хорошего качества звучания в условиях повышенного шума при движении автомобиля необходимо, чтобы уровень громкости воспроизведения полезного сигнала на 15...25 дБ превышал уровень шума. Исходя из спектральных характеристик шума и выбирают частотную характеристику усилителя. При этом усилитель должен быть рассчитан на максимальные требования.

Уровень шума в автомобилях зависит от класса машины и ее технического состояния, от скорости движения и покрытия дороги и многих других факторов, включая погодные условия и то, что подняты или нет ветровые стекла, и т. д. Для отечественных машин уровень шума в неподвижном автомобиле с выключенным двигателем и при поднятых стеклах составляет в городе 35...40 дБ, за городом — около 30 дБ. При движении автомобиля с возрастанием скорости средний уровень шума постепенно увеличивается и при скорости 90 км/ч достигает 95 дБ. Однако воспроизводить полезный сигнал с уровнем 110...120 дБ в этом случае нет никакой необходимости, так как энергетический спектр шума сосредоточен в интервале 30...100 Гц. На частотах выше 200...400 Гц уровень шума падает до 70...75 дБ. Смещение полосы воспроизводимых звуковых сигналов в диапазон 150...12500 Гц позволяет снизить маскирующее действие шумов в салоне движущегося автомобиля и правильно рассчитать уровень звукового давления для нормального прослушивания в салоне автомобиля.

Исследования показывают, что на стоянке автомобиля достаточно обеспечить среднее звуковое давление 0,02 Н/м^2, а при движении с максимальной скоростью 120...140 км/ч может понадобиться среднее звуковое давление 2 Н/м^2.

Звуковое давление P (Н/м^2), развиваемое в салоне автомобиля громкоговорителем, жестко связано с подаваемой на него электрической мощностью W (Вт) и стандартным звуковым давлением $P_{ст}$ (то, что развивается при подведении к громкоговорителю электрической мощности $W_{ст}=0{,}1$ Вт):

$$P=P_{ст}\sqrt{W/W_{ст}}=P_{ст}\sqrt{W/0{,}1}.$$

В автомобилях обычно используют громкоговорители 3ГД38Е или 4ГД35, имеющие стандартное звуковое давление не менее 0,3 Н/м². Чтобы получить звуковое давление 2 Н/м², к ним нужно подвести электрическую мощность

$$W = W_{ст}(P/P_{ст})^2 = 0{,}1\,(2/0{,}3)^2 \approx 4{,}4 \text{ Вт}.$$

Естественно, что приведенные числа являются ориентировочными, так как обусловлены определенными уровнями шума, его спектральными характеристиками, а также заданным стандартным звуковым давлением громкоговорителя. Однако они позволяют выдвинуть максимальные требования к характеристикам усилителя и акустическим системам.

Выбор места расположения акустических систем в автомобиле. Несмотря на то, что металлический корпус автомобиля задрапирован шумопоглощающим материалом, затухание звуковых волн в салоне невелико и различно на разных частотах. Это приводит к значительной неравномерности распределения звукового давления в салоне на различных частотах и в различных его точках. Улучшить качество воспроизведения в автомобиле подбором материалов обивки салона практически невозможно, поэтому основное внимание должно быть уделено поиску местоположения громкоговорителей, при котором обеспечивается минимальная неравномерность озвучивания салона, и подбору соответствующей АЧХ усилителя.

Неравномерность звукового давления складывается из неравномерности частотной характеристики самого громкоговорителя и акустической характеристики салона.

При установке громкоговорителя в автомобиле ухудшается воспроизведение низких частот из-за малых размеров отражательной доски, появляются глубокие и острые провалы в АЧХ салона из-за большого числа отраженных звуковых волн в высокочастотной части спектра сигнала.

Общий уровень звукового давления зависит от места установки громкоговорителей. Существующие способы установки громкоговорителей на передней части автомобиля не могут обеспечить высококачественного озвучивания из-за малой площади отражательной доски и экранирующего действия сидений задней части салона. И вместе с тем, как бы не располагался громкоговоритель в автомобиле, он один никогда не создаст высококачественного звучания.

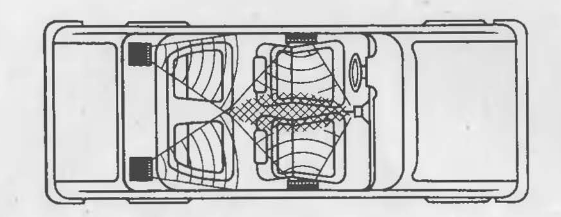


Рис. 2. Вариант расположения акустических систем в салоне автомобиля

Чтобы получить высококачественное озвучивание салона, акустическая система должна состоять из нескольких громкоговорителей.

Вариант расположения громкоговорителей для стереофонической системы в салоне автомобиля показан на рис. 2. Здесь в каждом канале установлено по два громкоговорителя (один в передней, другой — в задней части салона), что обеспечивает равномерное озвучивание всего салона. Эффект задержки сигнала из-за малого расстояния между громкоговорителями (меньше 2 м) заметен слабо.

Следует отметить, что в автомобильных усилителях получение значительных выходных мощностей связано с некоторыми техническими трудностями, вызванными довольно низким напряжением питания (11...15 В).

Большая неравномерность частотной характеристики салона и акустических систем автомобиля на краях звукового диапазона требует соответствующей коррекции амплитудно-частотной характеристики усилителя не менее чем на 6 дБ, что соответствует четырехкратному увеличению запаса по выходной мощности для неискаженного воспроизведения сигнала:

$$6 = 10\lg(P_2/P_1), \qquad P_2/P_1 = 10^{0,6} = 3{,}98,$$

где P_1 — выходная мощность усилителя в середине, P_2 — на краях звукового частотного диапазона.

Человеческое ухо имеет разную чувствительность к восприятию различных звуковых частот в зависимости от уровня громкости воспроизведения [2]. Чем выше громкость — тем более равномерно частотное восприятие звука. Чем ниже — тем больший требуется подъем амплитудно-частотной характеристики на краях звукового

диапазона по отношению к его средней части, чтобы обеспечить хорошее качество звучания. Это обстоятельство облегчает получение высокого качества озвучивания салона при сравнительно небольшой выходной мощности усилителя.

Компенсированная регулировка громкости позволяет в какой-то мере сгладить недостатки акустики салона, учитывая, что прослушивание на максимальной громкости ведется в автомобиле сравнительно редко. Регулируя же тембр, можно сделать частотную коррекцию для любого уровня громкости.

В автомобильных усилителях высокого класса необходимо применять регуляторы как по высоким, так и по низким звуковым частотам, так как плавное регулирование тембра позволяет получить наилучшее звучание в каждом конкретном случае.

Подводя итог сказанному, можно сформулировать требования, предъявляемые к автомобильному усилителю:

получение заданной выходной мощности при соответствующих параметрах громкоговорителей по звуковому давлению;

формирование требуемой АЧХ при заданной частотной характеристике акустических систем и салона автомобиля;

обеспечение малых нелинейных искажений.

Параметры усилителя не должны меняться от воздействия повышенной и пониженной температур, влаги, вибрации, тряски и т. д. Он не должен выходить из строя при изменении напряжения питания в пределах, оговоренных для бортовой сети. Конструкция должна быть надежной и прочной, позволять легко снять усилитель и ремонтировать его.

Повышение помехозащищенности усилителя в автомобиле при воздействии помех от системы зажигания. Сведение к минимуму влияния помех от системы зажигания на качество озвучивания в автомобиле является довольно трудной задачей. Для ее решения необходимо предусмотреть целый ряд схемных и конструктивных решений, обеспечивающих подавление помех, непосредственно воздействующих на источники звуковых сигналов и каскады усилителя, и проникающих в их тракты непосредственно или по цепям питания, и наводимых на провода, подключающие громкоговорители.

Основным средством защиты каскадов усилителя от непосредственного воздействия на них помех системы зажигания является тщательная экранировка. С этой целью корпус усилителя изготавливают из металла и при размещении в автомобиле добиваются его надежного контакта с корпусом автомобиля. В самой конструкции усилителя необходимо сделать, чтобы взаимные контакты между отдельными металлическими деталями, общими проводами печатных плат, экранами фильтров, экранирующих оплеток проводов и съемной крышкой были надежны.

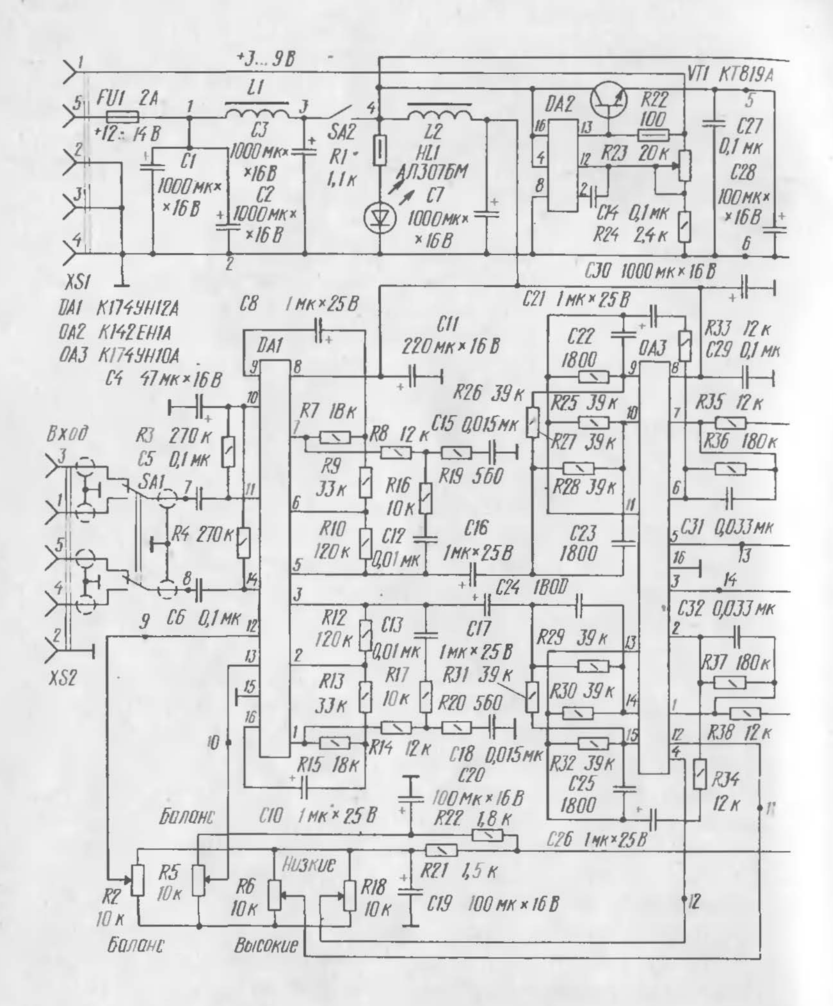
В качестве дополнительных средств защиты автомобильного усилителя нужно использовать экранировку провода питания и выводов для подключения акустических систем.

Опыт показывает, что причиной недостаточной защищенности автомобильного усилителя от непосредственного воздействия помех системы зажигания чаще всего являются плохие электрические контакты между металлическими деталями, ненадежное заземление экранов и экранирующих обмоток, недостаточное число точек заземления печатных плат, плохо затянутые винты, фиксирующие точки заземления.

Применение в качестве источника звука магнитофонного кассетного проигрывателя, корпус которого изготовлен из полистирола или сополимеров, ставит специфическую задачу по экранировке. В этом случае применяют специальную металлическую кассету из магнитомягкого материала, соединенную с корпусом автомобиля, внутри которой размещают проигрыватель. Провода питания проигрывателя, идущие от стабилизатора, установленного в усилителе, должны находиться в экранирующей оплетке. Последнюю со стороны усилителя необходимо подключить к корпусу усилителя, а со стороны проигрывателя — к экранирующей кассете.

Помехи, проникающие в тракт автомобильного усилителя по цепям питания, подавляют устанавливаемыми в усилитель высокоэффективными фильтрами нижних частот.

Провод, с помощью которого усилитель соединяют с бортовой сетью, несет на себе значительное напряжение помех (более 5 мВ при измерении относительно «корпуса»), является эффективным «вторичным» излучателем помех. Поэтому при включении фильтра в усилитель и при размещении фильтра внутри корпуса



усилителя необходимо стремиться к тому, чтобы длина провода питания была бы минимальной. Для этого фильтр включают непосредственно после предохранителя и располагают на задней стенке усилителя таким образом, чтобы провод питания, проходя сквозь отверстие в этой стенке, присоединялся непосредственно к выводу первого дросселя фильтра.

Значительные напряжения помех возникают также на обмотках дросселей фильтра. Поэтому их также экранируют.

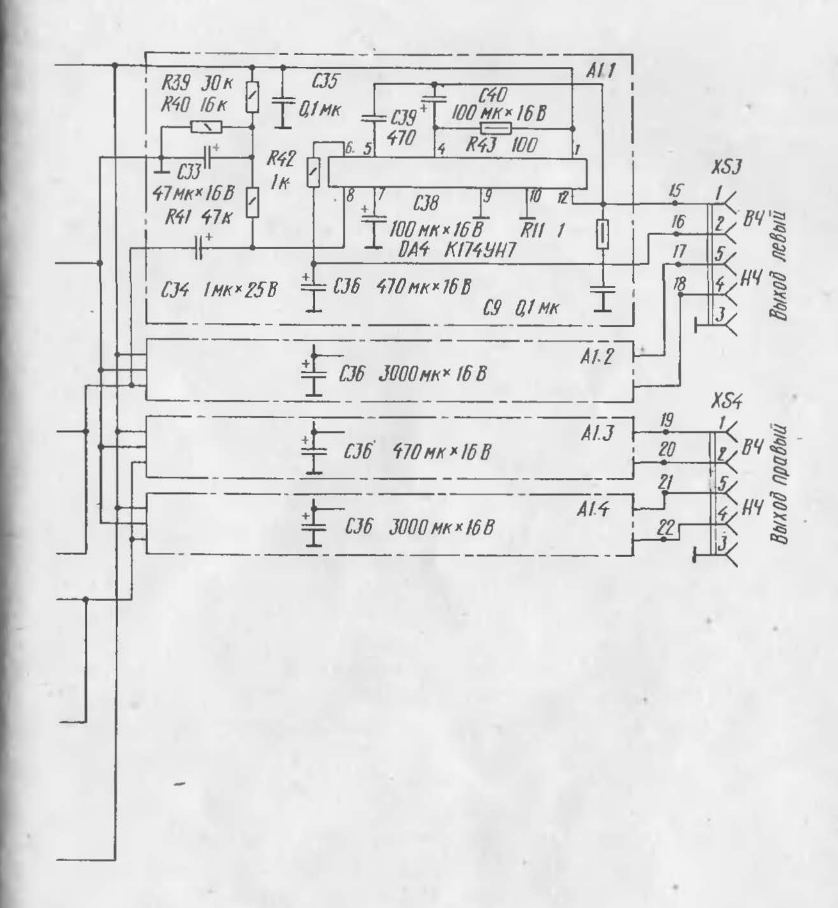


Рис. 3. Принципиальная схема автомобильного стереофонического усилителя

Принципиальная схема. С учетом вышеизложенных требований авторами разработан автомобильный стереофонический усилитель, схема которого приведена на рис. 3.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ УСИЛИТЕЛЯ

Номинальная выходная мощность	4×4 Вт
Максимальная выходная мощность при коэффициенте нелинейных искажений 10%	4×5 Вт
Чувствительность при номинальной выходной мощности	30 мВ
Полоса рабочих частот	40...20 000 Гц
Коэффициент нелинейных искажений на частоте 1 кГц при номинальной выходной мощности	0,07%

Пределы регулировки тембра	±10 дБ
Пределы регулировки баланса	±6 дБ
Мощность, потребляемая от источника питания при номинальной выходной мощности	20 Вт
Номинальное напряжение источника питания	13,2 Вт
Допустимые пределы изменения напряжения источника питания при сохранении устойчивой работы усилителя	11,1...15,2 В
Выходное стабилизированное напряжение для питания кассетного проигрывателя (устанавливают плавно при токе нагрузки до 200 мА)	2,5...9 В

Усилитель собран на семи микросхемах. Одна из них — DA1 используется при регулировке громкости и баланса, другая — DA3 — при регулировке тембра. На четырех микросхемах (DA4—DA7) выполнен усилитель мощности. Микросхема DA2 применена в источнике питания.

Как известно, устройство электронного управления звуковоспроизводящей аппаратурой позволяет развязать управляемые и управляющие цепи, избавиться от помех в виде шорохов и тресков, возникающих в переменных резисторах, легко реализовать дистанционное управление.

Электронный регулятор громкости и баланса выполнен на базе специализированной микросхемы К174УН12А (DA1), включенной по типовой схеме. Эта микросхема представляет собой двухканальный регулятор с возможностью подбора оптимальной тонкоррекции для конкретного помещения и акустических систем. Коэффициент передачи узла зависит от управляющего напряжения на выводе 13 микросхемы DA1 (его изменяют резистором R5). Баланс каналов в пределах ±6 дБ достигается регулировкой напряжения на выводе 12 этой же микросхемы резистором R2.

С выходов микросхемы DA1 сигналы левого и правого каналов поступают в узел регулировки тембра, выполненный на базе микросхемы К174УН10А. Будучи включенной по типовой схеме она представляет собой двухканальный двухкаскадный регулятор тембра, АЧХ которого зависит от постоянного напряжения, приложенного к выводам 4 и 12 DA3. Элементы R25—R32, C22—C25 формируют АЧХ в области высших частот, R35—R38, C31, C32 — в области низших. АЧХ в области низших и высших частот регулируют в пределах ±12 дБ резисторами R18 и R6 соответственно, изменяя напряжения на выводах 4 и 12 микросхемы DA3.

Далее сигналы каналов подаются на входы усилителя мощности. Каждый из усилителей левого и правого каналов содержит по две микросхемы К174УН7, включение которых, чтобы уменьшить коэффициент гармоник, отличается от типового. За основу взята схема, описанная в [3].

Снижение искажений достигается введением более глубокой (по сравнению с типовой схемой) отрицательной обратной связи (ООС). Напряжение ООС снимается с делителя, образованного резистором R42 и резистором внутри микросхемы, включенным между выводами 6 и 12, сопротивлением 4...6 кОм. При указанных на схеме номиналах элементов коэффициент усиления микросхемы DA4 (DA5—DA7) — 4...6. Чтобы снизить коэффициент гармоник на частотах выше 6 кГц, емкость конденсатора C37 значительно уменьшена по сравнению с типовой схемой включения. Отдельные экземпляры микросхем могут при этом самовозбуждаться. В этом случае необходимо несколько увеличить емкость этого конденсатора. Для уменьшения числа конденсаторов (по сравнению с типовой схемой) по-иному включена нагрузка. Громкоговорители (сопротивлением 4 Ом) подключают к гнездам XS3 (левый канал) и XS4 (правый): к выводам 1 и 4, 5 и 2 в каждом разъеме.

Помехи от системы зажигания автомобиля в цепи питания усилителя мощности ослабляют фильтром L1C3C35, в цепи питания электронных регуляторов громкости, баланса и тембра дополнительно фильтром L2C7C11C30. Индикатором включения питания усилителя служит светодиод HL1.

Для питания внешних источников сигнала (тюнера или кассетного проигрывателя) используется стабилизированный источник, выполненный на микросхеме DA2 (К142ЕН1А) и транзисторе VT1 в типовом включении.

Настройка усилителя состоит в проверке правильности монтажа и установке симметричного ограничения полуволн сигнала подбором резистора R38.

Конструкция. Усилитель выполнен в виде функционально законченного компактного блока и состоит из минимального числа механических деталей. Несущей частью всей конструкции является теплоотвод, изготовленный из дюралюминиевого листа размерами 100×100×10 мм, который одновременно является боковой стенкой блока усилителя (рис. 4). Параллельно внутрен-

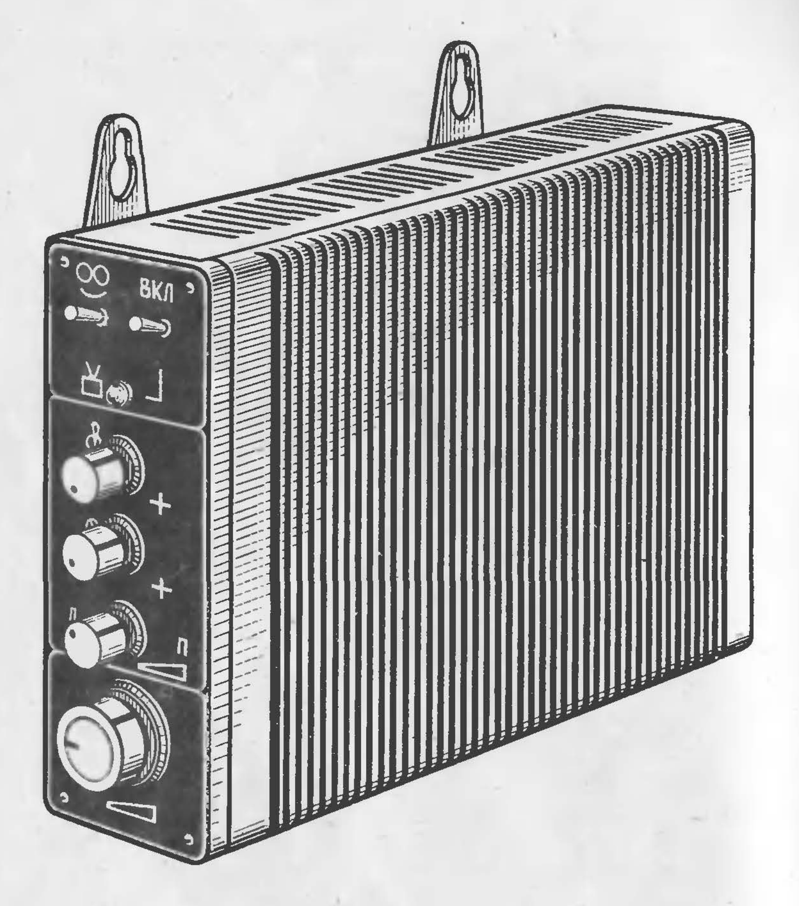
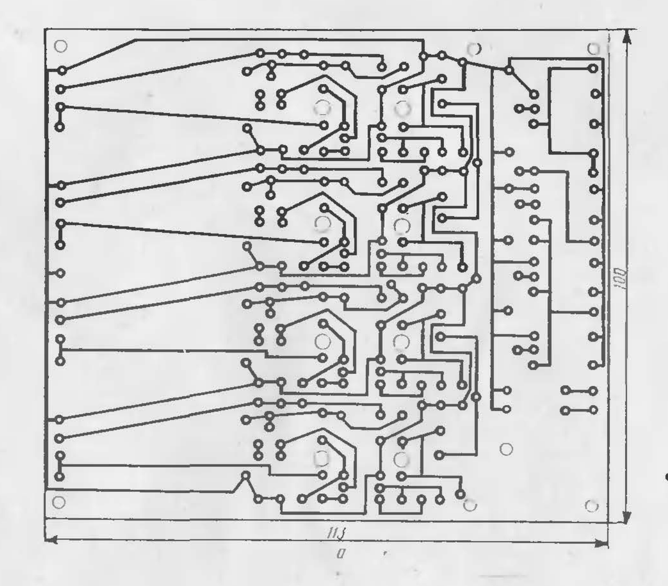


Рис. 4. Внешний вид автомобильного стереоусилителя

ней стороне теплоотвода расположены печатные платы из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм.

На первой печатной плате (рис. 5) смонтированы четыре усилителя мощности. Вокруг ушек теплосъемников микросхем на плате сделаны отверстия диаметром 3,2 мм. После монтажа платы через них теплосъемники стянуты с теплоотводом винтами М2,5, обеспечивая надежный тепловой контакт. На внутренней стороне теплоотвода профрезерована вертикальная канавка, в которую входят корпуса микросхем (именно поэтому они расположены на одной линии). Эта плата до-



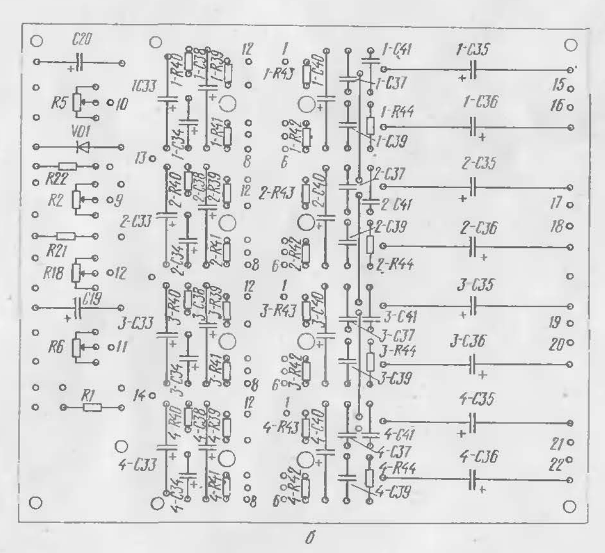
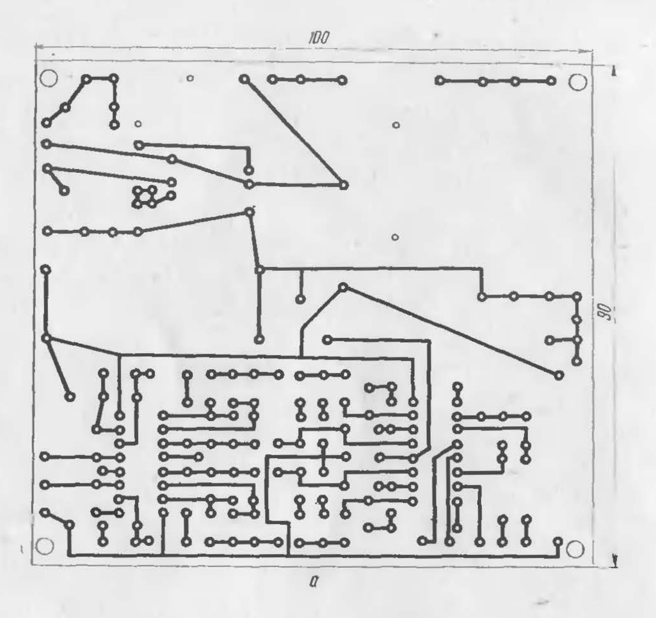
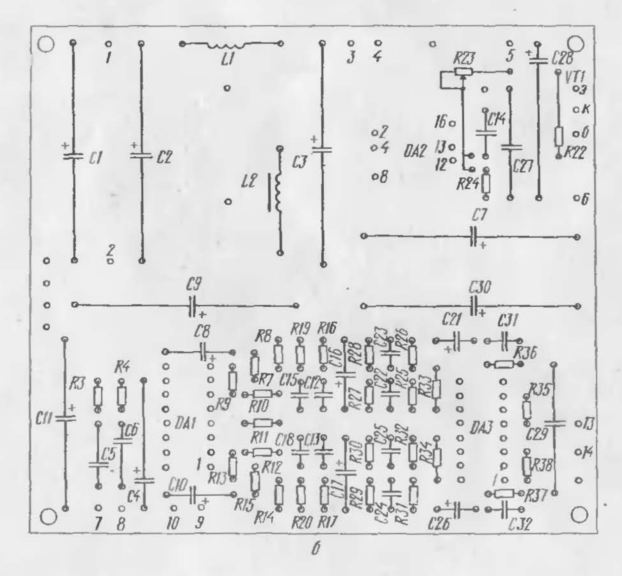


Рис. 5. Чертеж первой печатной платы:

а — вид со стороны токопроводящих дорожек; *б* — со стороны деталей



а



б

Рис. 6. Чертеж второй печатной платы:

а — вид со стороны токопроводящих дорожек; *б* — со стороны деталей

полнительно прикреплена к теплоотводу четырьмя винтами М2,5 по контуру, обеспечивая четкую фиксацию и отсутствие механических резонансов.

На второй плате (рис. 6) расположены каскады электронных регуляторов баланса, тембра, стабилизатор напряжения для питания кассетного проигрывателя и фильтр.

На передней панели размещен только выключатель сети. Переменные резисторы R2, R5, R6, R18 и светодиод HL1 установлены на первой печатной плате (см. рис. 5). На панели предусмотрены отверстия, через которые проходят ручки управления и насаживаются на оси переменных резисторов. Ручки зафиксированы потайными винтами. Передняя панель, как и задняя, прикреплена к теплоотводу двумя декоративными винтами М3.

На задней панели установлен корпус сетевого предохранителя и четыре разъема СГ5.

С правой стороны передняя и задняя панели стянуты между собой двумя угольниками (5×5 мм), на которых сбоку закреплена вторая печатная плата. Конструкцию усилителя завершает П-образный кожух, который сбоку надет на теплоотвод и привинчен к нему шестью винтами М2,5 впотай.

Для крепления в салоне автомобиля на кожухе усилителя предусмотрено два ушка с отверстиями, через которые самонарезающимися винтами усилитель крепится к боковой стенке приборного щитка. Конструкция усилителя позволяет вертикальную и горизонтальную установку его в салоне автомобиля. При этом никаких изменений в конструкции не требуется. Придется лишь поменять направление гравировки передней панели.

В заключение отметим, что применение в усилителе современных интегральных микросхем обеспечивает высокую технологичность и повторяемость конструкции. Использованные схемные решения, введение местных ООС в усилителях мощности и удвоение выходной мощности путем суммирования ее на уровне акустических сигналов в салоне автомобиля обеспечивает получение высоких характеристик и их хорошую воспроизводимость без тщательной наладки.

Литература

1. Мальтинский А. Н., Подольский А. Г. Радиовещательный приемник в автомобиле.— М.: Связь, 1974.
2. Атаев Д. И., Болотников В. А. Практические схемы высококачественного звуковоспроизведения.— М.: Радио и связь, 1986/Массовая радиобиблиотека, вып. 1109.
3. Жаронкин А. УМЗЧ с малыми искажениями на ИС К174УН7.— Радио, 1987, № 5, с. 54.

ТРЕХПОЛОСНЫЙ СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС «КРЕДО»

Ф. Гавриленко

Данный комплекс предназначен для высококачественного воспроизведения стереофонических программ от различных источников сигналов. Он состоит из четырех функционально законченных блоков: предварительной обработки стереосигнала, усилителей мощности звуковой частоты, малогабаритных акустических систем и устройства дистанционного управления.

На рис. 1 приведена структурная схема блока предварительной обработки сигналов. В нем находятся селектор входов, микрофонный усилитель, корректор для магнитного звукоснимателя, нормирующий (предварительный) усилитель, цифровой регулятор громкости, регулятор ширины стереобазы, эквалайзер, телефонный усилитель, индикатор линейного выхода, десятиполосный анализатор спектра и источники стабилизированного напряжения. В блоке усилителей звуковой частоты размещены (см. структурную схему на рис. 2) шесть усилителей мощности, полосовой фильтр, система ЭМОС, четыре стабилизированных источника тока, блок защиты громкоговорителей, устройство управления «Сеть» и микропроцессорная таймерная система, управляющая всем комплексом.

Малогабаритные акустические системы «S-120» имеют полосовые индикаторы подводимой мощности. Для вос-

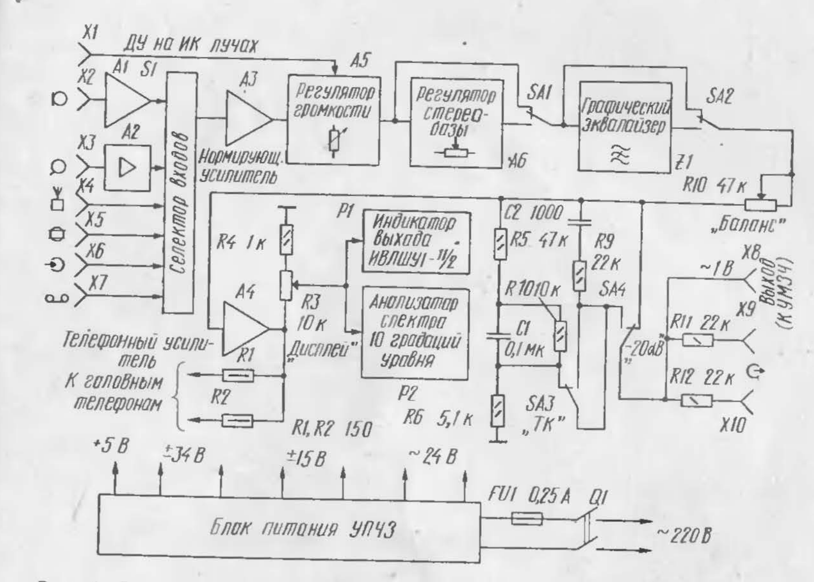


Рис. 1. Структурная схема блока предварительной обработки сигналов

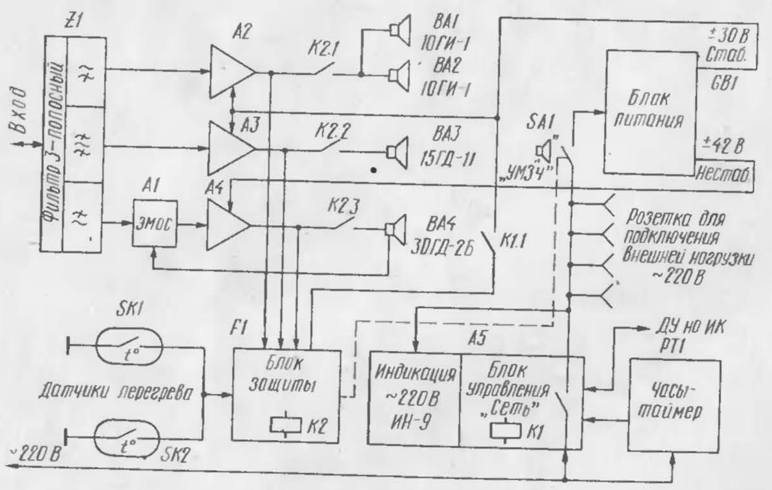


Рис. 2. Структурная схема блока усилителей звуковой частоты

произведения низких частот используется динамическая головка 30ГД-2Б, средних — 15ГД-11. В ВЧ канале применены две изодинамические головки 10ГД-1.

Система дистанционного управления на ИК лучах позволяет регулировать громкость, коммутировать сетевое напряжение и управлять режимами работы магнитофона (в том числе и устанавливать режим «Запись»).

Номинальная мощность низкочастотного канала стереокомплекса «Кредо» — 2×70 Вт, среднечастотного — 2×50 Вт, высокочастотного — 2×30 Вт. Полная максимальная музыкальная мощность всего комплекса — не менее 400 Вт. Полоса усиливаемых частот по напряжению — не уже 5...50 000 Гц. Коэффициент гармоник усилителя мощности — не более 0,01%, предварительного усилителя — не более 0,02%.

При разработке стереокомплекса «Кредо» использовались описания узлов аппаратуры, помещенные в журнале «Радио»:

Зуев П. Усилитель с многопетлевой ООС.— Радио, 1984, № 11, с. 29—32;

Валентин и Виктор Лексины. Однополосный или многополосный.— Радио, 1981, № 4, с. 36—38;

Беспалов И., Пикерсгиль А. И снова об ЭМОС.— Радио, 1985, № 7, с. 33—36;

Орлов В. Нормирующий усилитель.— Радио, 1985, № 11, с. 37;

Лукьянов С. О перегрузочной способности корректирующего усилителя.— Радио, 1985, № 10, с. 33—35;

Дмитриев Н., Феофилактов Н. Измерители квазипикового уровня сигнала.— Радио, 1984, № 4, с. 45—48;

Кузнецов Ю., Морозов М., Шитяков А. Регулятор ширины стереобазы — рокот-фильтр.— Радио, 1985, № 1, с. 27—28;

Шишков А., Штырков Д. Входной блок УКУ с электронным управлением.— Радио, 1984, № 9, с. 40—42.

Часть узлов стереокомплекса «Кредо» будет описана ниже.

12-полосный октавный графический эквалайзер

В этом эквалайзере амплитудно-частотную характеристику регулируют на частотах 16, 32, 63, 125, 250, 500 Гц, 1, 2, 4, 8, 16, 32 кГц. Предел регулировки АЧХ — плюс-минус 15 дБ. Номинальное выходное напряжение — 1 В. Отношение сигнал-шум — не менее 80 дБ. Номинальный диапазон частот не уже, чем 5...50 000 Гц.

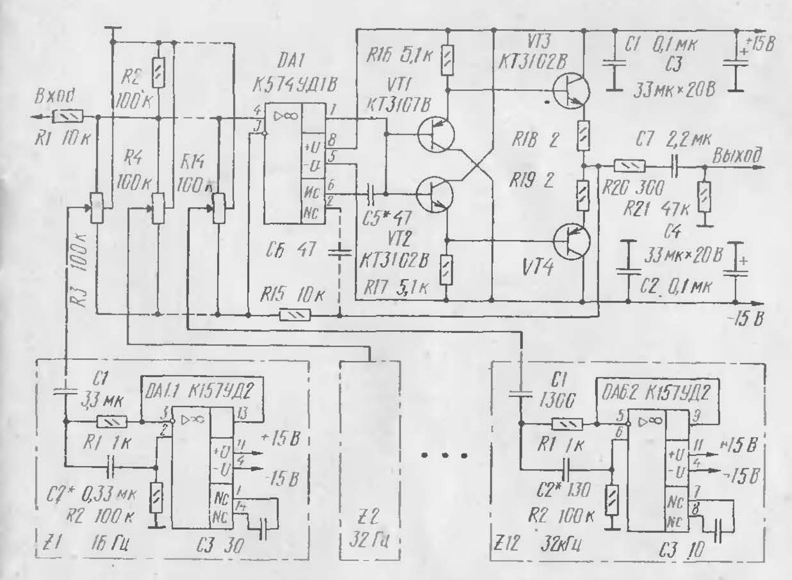


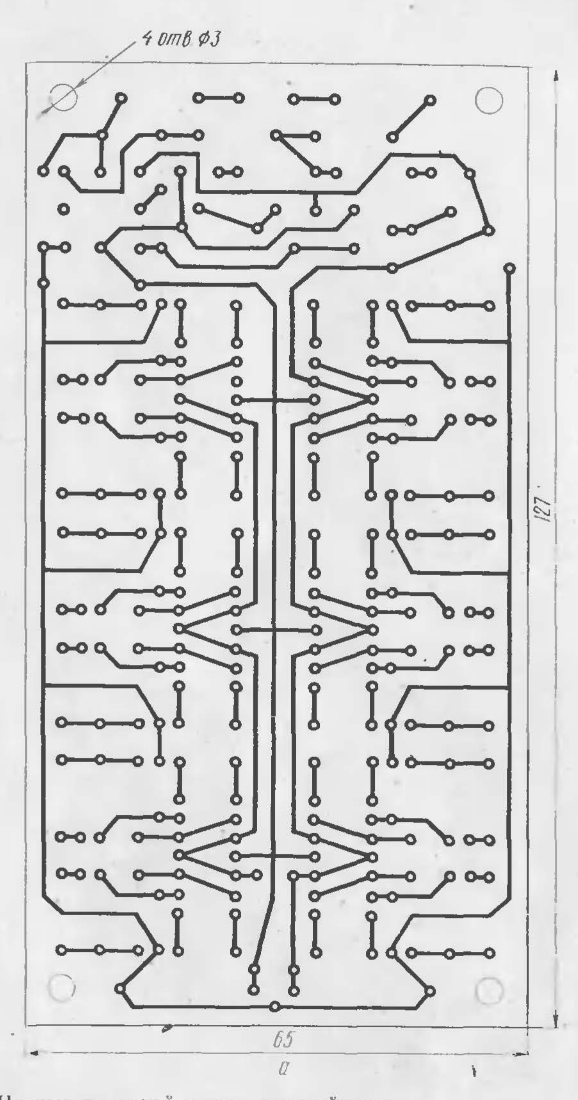
Рис. 3. Принципиальная схема графического эквалайзера

Перегрузочная способность — 15...20 дБ. Коэффициент гармоник не превышает 0,03%.

На рис. 3 приведена принципиальная схема графического эквалайзера. Его можно условно разделить на два основных узла. Один из них — «умощненный» составной операционный усилитель (ОУ), другой — линейка из 12 октавных фильтров. Интегральный ОУ К574УД1А нагружен на параллельный усилитель постоян-

Таблица 1

Частота Z1—Z12	16	32	63	125	250	500	1к	2к	4к	8к	16к	32к
C1	3,3мк	1,5	1,0	0,47	0,22	0,1	0,047	0,022	0,012	5600	2700	1300
C2*	0,33	0,15	0,1	0,047	0,022	0,01	4700	2200	1200	560	270	130



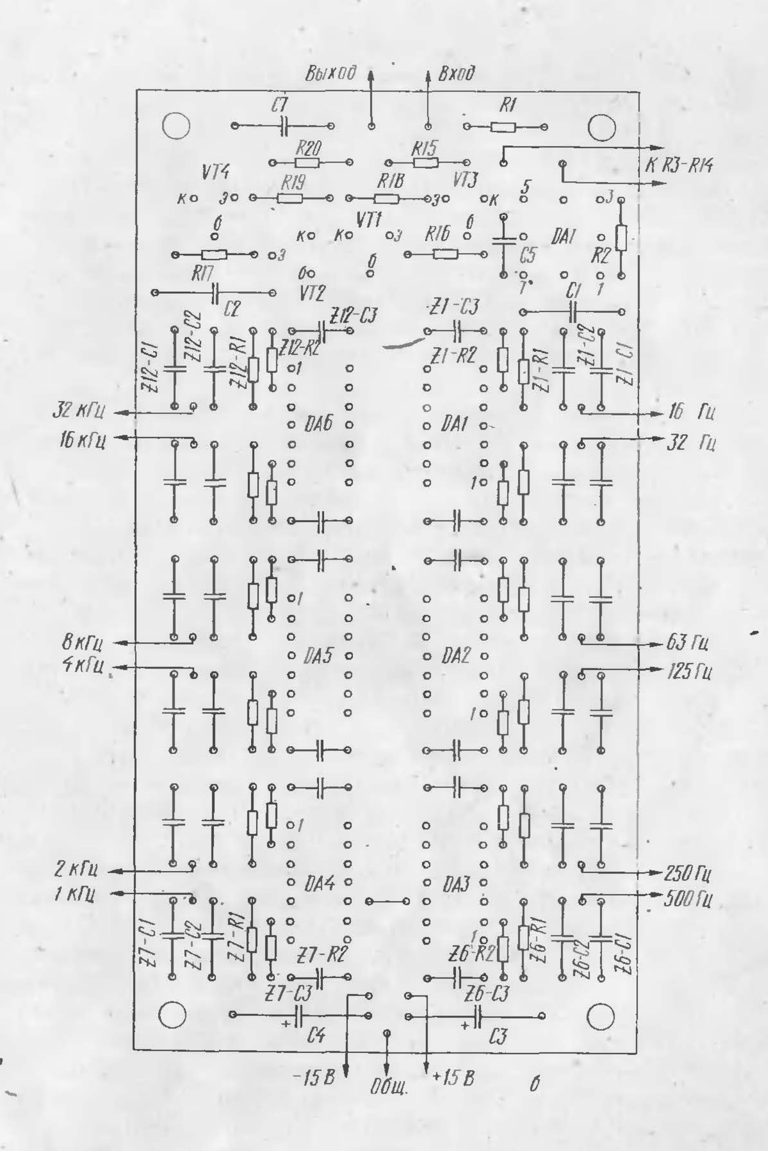


Рис. 4. Чертеж печатной платы эквалайзера:
а — вид со стороны токопроводящих дорожек; *б* — со стороны деталей

3—4872

ного тока, работающий в режиме класса А. Это сделано для того, чтобы уменьшить коэффициент гармоник и увеличить перегрузочную способность.

В эквалайзере применены активные RC-фильтры — эквивалентные аналоги последовательных LC-контуров. Применение подобных узлов позволило построить малогабаритные высокодобротные LC-фильтры, предназначенные для работы в области звуковых частот. Все 12 фильтров октавного эквалайзера идентичны и отличаются между собой только емкостью конденсаторов C1 и C2, определяющих квазирезонансную частоту контура (табл. 1).

Как видно из схемы, регуляторы тембра — переменные резисторы R3—R14 — включены между инвертирующим и неинвертирующим входами составного ОУ. В среднем положении их движков входы активных фильтров оказываются соединенными с общим проводом, поэтому на выходе блока звуковой сигнал остается без какой-либо частотной коррекции. В верхнем по схеме положении движков регуляторов напряжение сигнала на неинвертирующем входе микросхемы (вывод 4) резко уменьшается, если частота сигнала совпадает с частотой настройки одного из фильтров (Z1—Z12). В нижнем положении движков на частотах настройки контуров резко уменьшается глубина отрицательной обратной связи, подаваемой с выхода «умощненного» ОУ на инвертирующий вход (вывод 3) микросхемы, а коэффициент передачи напряжения возрастает.

Детали эквалайзера (за исключением переменных резисторов) размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм и размерами 127×65 мм (рис. 4). Плата рассчитана на установку на ней постоянных резисторов МЛТ-0,125, МЛТ-0,25 (R18, R19 могут быть МОН-0,5), конденсаторов К53-1А, К53-18 (С3, С4). В фильтрах могут быть применены любые, подходящие по размерам, конденсаторы, например, К73-17, К73-9, КМ-65 и др. Переменные резисторы R3—R14 — сдвоенные СП3-23е. Кроме названных можно применять переменные резисторы других типов с зависимостью регулировки группы А и без среднего отвода с сопротивлением от 47 кОм до 1 МОм.

Налаживание эквалайзера сводится к установке номинальной частоты фильтров Z1—Z12. Собранное устройство, но без конденсаторов С2 во всех фильтрах,

подключают к источнику питания 15 В. На вход эквалайзера со звукового генератора подают переменное напряжение уровнем 100...200 мВ и частотой, равной квазирезонансной частоте настраиваемого фильтра. На выходе уровень и форму сигнала контролируют вольтметром переменного тока и осциллографом. Движок соответствующего резистора устанавливают в положение максимального подъема (остальные резисторы в среднем положении). По максимальному показанию вольтметра подбирают конденсатор С2 в настраиваемом фильтре.

Настройкой по конечному результату удается довольно точно настраивать активные RC-фильтры, исключив в них применение точных конденсаторов, а также компенсировать емкость монтажа (особенно на частоте 32 кГц).

При повторении эквалайзера желательно ознакомиться со следующими статьями:

Зыков Н. Многополосные регуляторы тембра.— Радио, 1978, № 5, с. 40—41.

Солнцев Ю. Высококачественный предварительный усилитель.— Радио, 1985, № 4, с. 32—35.

Дистанционное управление на ИК-лучах

Система дистанционного управления (ДУ) на ИК-лучах предназначена для управления бытовым стереофоническим комплексом. Она позволяет включать комплекс в сеть и отключать его от сети, регулировать громкость, управлять режимами работы магнитофона («Маяк-231 стерео» и др.) — включать перемотку вперед и назад, рабочий ход, приостановить движение ленты, включать аппарат на запись, перейти в режим «Стоп». Дистанционное управление действует на расстоянии не менее 6 м.

В систему ДУ входят передатчик, выполненный в виде автономного пульта (размеры 80×50×30 мм), приемник, изготовленный как отдельный блок с питанием от сети, и исполнительное устройство, соединенное с приемником тремя кабелями. Сформированные в передатчике необходимые команды с помощью ИК-лучей переносятся в приемник. Принятые импульсы ИК-излучения преобразуют в электрические импульсы команд, усиливают до необходимого уровня и подают на дешифратор, где они декодируются и распределяются на соответствующие исполнительные устройства.

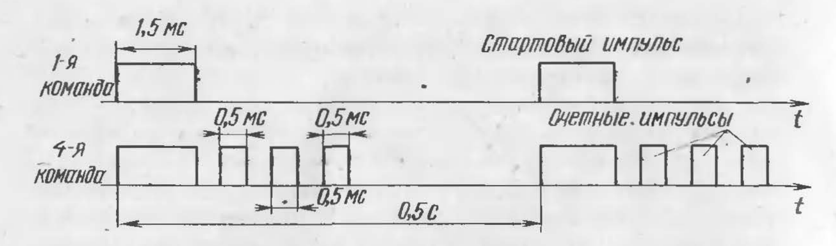


Рис. 5. Временные параметры командных посылок

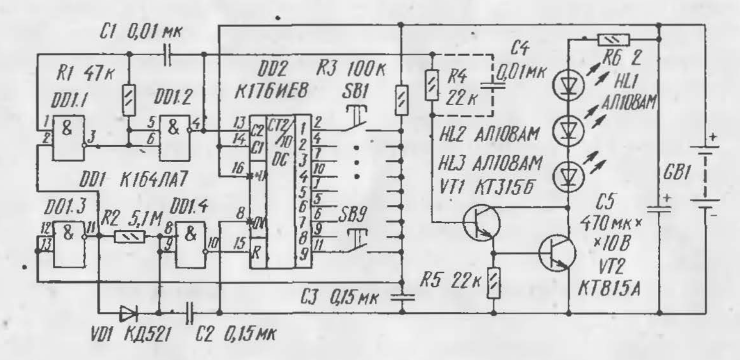


Рис. 6. Принципиальная схема передатчика

Принцип работы ДУ основан на подсчете числа импульсов: первая команда — один импульс, вторая — два, третья — три и т. д. Система работает со стартовым импульсом. После приема команды приемное устройство возвращается в исходное состояние и ждет прихода следующей команды. Сигнальные импульсы одной и той же команды передаются пачками и следуют с интервалом 0,5 с. Длительность сигнальных импульсов — 0,5 мс, стартового — 1,5 мс (рис. 5).

Принципиальная схема передатчика представлена на рис. 6. Он состоит из генератора импульсов с частотой следования 1 кГц (на элементах DD1.1, DD1.2), ключа запуска (DD1.3), позиционного электронного переключателя DD2, выходного ключа на транзисторах VT1, VT2. На элементе DD1.4 выполнен узел установки счетчика DD2 в нулевое состояние.

В режиме покоя ток, потребляемый передатчиком, составляет единицы микроампер, что значительно меньше

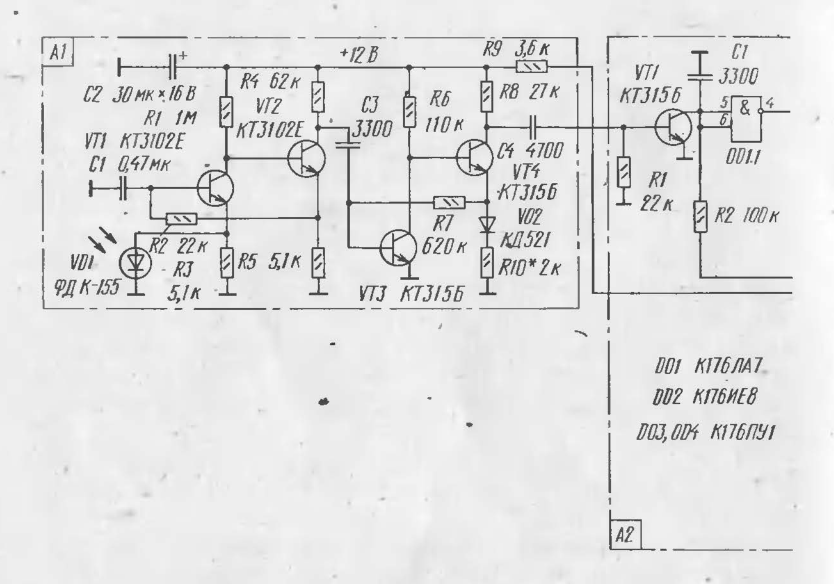
тока саморазряда аккумуляторной батареи 7Д-0115-VI.I или батареи «Крона ВЦ». Поэтому в передающем блоке нет выключателя питания.

В исходном состоянии работа генератора блокирована низким логическим уровнем, поступающим на вход элемента DD1.1 с элемента DD1.3, работа дешифратора микросхемы DD2 запрещена, так как с элемента DD1.4 на вход R подается уровень логической 1. При нажатии на любую из девяти кнопок (SB1—SB9) на выходе инвертора DD1.3 появляется высокий логический уровень, что приводит к запуску генератора. Одновременно снимается запрет на работу счетчика-дешифратора DD2, так как на вход элемента DD1.4 через диод VD1 поступает уровень логической 1, а значит, на входе R — логический 0.

Импульсы с генератора подаются на выходной ключ и далее на источник инфракрасного излучения — светодиоды HL1—HL3.

Число сигнальных импульсов соответствует номеру выхода дешифратора DD2, к которому подключена нажатая кнопка. Как только на этом выходе появится уровень логической 1, на выходе элемента DD1.3 будет низкий логический уровень. При этом генератор прекратит работу. По цепи R2DD1.3 начнет разряжаться конденсатор C2. Примерно через 0,5 с на выходе элемента DD1.4 появится положительный перепад уровней и счетчик-дешифратор DD2 установится в нулевое состояние. На этом цикл завершается. Но если кнопка будет нажата постоянно, сразу же начинается новый цикл, а после того, как он окончится через 0,5 с, начнется следующий и т. д.

Принципиальная схема приемника приведена на рис. 7. Входной усилитель выполнен на транзисторах A1-VT1—A1-VT4 (его схема заимствована из «Радио», № 11 за 1986 г., с. 46). Для согласования с низким сопротивлением фотодиода, воспринимающего ИК-сигналы, первый каскад выполнен по схеме с общей базой. На транзисторах A1-VT3, A1-VT4 собран усилитель-ограничитель. Чувствительность каскада определяется сопротивлением резистора A1-R10. Малая емкость разделительных конденсаторов A1-C3, A1-C4 препятствует проникновению помех низкочастотной части спектра принимаемых ИК-сигналов, возникающих от работы ламп накаливания, люминесцентных и др. Усиленный до необ-



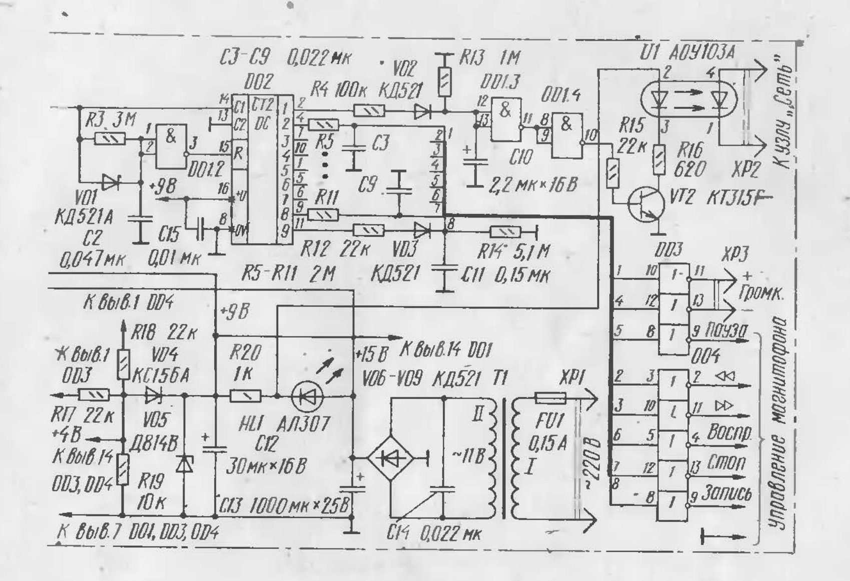


Рис. 7. Принципиальная схема приемника

ходимого значения сигнал поступает на логические узлы управления, декодирования и выхода.

На транзисторе A2-VT1 и элементе A2-DD1.1 выполнен буферный каскад. Микросхема A2-DD2 играет роль распределителя командных импульсов. На инверторах A2-DD3, A2-DD4 реализованы электронные ключи. Формирователь команды «Сеть» собран на элементах A2-DD1.3, A2-DD1.4, транзисторе A2-VT2 и оптроне A2-U1.

В исходном состоянии работа счетчика-дешифратора A2-DD2 запрещена, так как с выхода управляющего элемента A2-DD1.2 на вход R поступает уровень логической 1. С выхода входного устройства сигнал приходит в буферный каскад, собранный на транзисторе A2-VT1 и инверторе A2-DD1.1. Затем команда поступает на вход распределителя импульсов (A2-DD2) и элемент A2-DD1.2. Стартовый импульс через диод A2-VD1 заряжает конденсатор A2-C2 до уровня логической 1, элемент A2-DD1.2 переключается, с его выхода на вход R дешифратора поступает низкий логический уровень. При этом счетчик A2-DD2 подсчитывает поступившие с передатчика импульсы и в зависимости от их числа на соответствующем выходе дешифратора приемника появ-

ляется положительный импульс. Он через интегрирующую цепь поступает на вход ключа A2-DD3 или A2-DD4 и далее на выход к исполнительному устройству. После прохождения команды начинается разрядка конденсатора A2-C2 через резистор A2-R3 и элемент A2-DD1.1. Примерно через 0,3 с инвертор A2-DD1.2 возвращается в исходное состояние, высокий логический уровень с его выхода подается на вход R счетчика-делителя A2-DD2, и он устанавливается в нулевое состояние.

Прохождению тактовых импульсов с выходов распределителя на входы ключей A2-DD3, A2-DD4 препятствуют RC-цепи, постоянная времени которых значительно больше длительности тактовых импульсов, но меньше командного, равного 0,3 с.

Следует обратить внимание на необычное включение микросхемы К176ПУ1 (A2-DD3, A2-DD4). Как известно, она служит для преобразования КМОП-уровня в ТТЛ-уровень. В данном же случае ей приходится улучшать крутизну фронта и спада командного импульса, так как он слегка проинтегрирован RC-цепью. Для этого преобразователь уровня питают пониженным напряжением — 4 В (вывод 14), а его выходную часть (вывод 1)

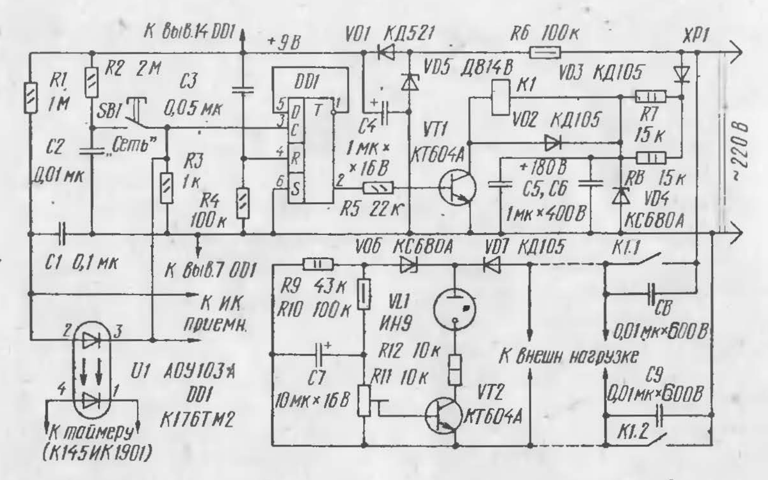


Рис. 8. Принципиальная схема блока «Сеть»

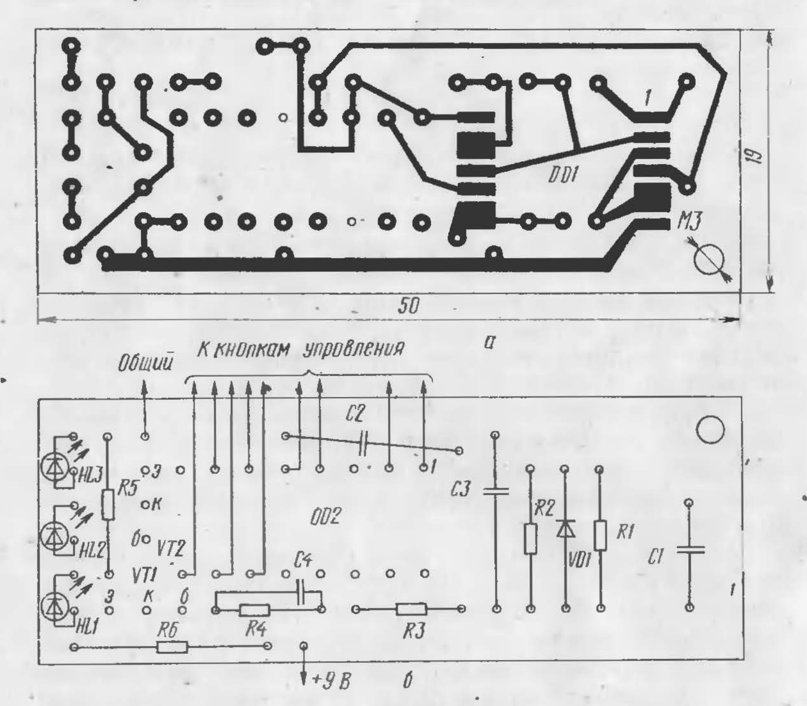


Рис. 9. Чертеж печатной платы передатчика:

а — вид со стороны токопроводящих дорожек; *б* — со стороны деталей

соединяют через резистор сопротивлением 22 кОм. При таком включении микросхема не боится коротких замыканий на выходе.

Как отмечалось выше, ДУ управляет родом работ бытового магнитофона, в том числе режимом «Запись», который обычно блокируют, чтобы исключить случайное стирание фонограммы. Команда «Запись» с выхода 9 дешифратора A2-DD2 через резистор A2-R12 и диод A2-VD3 поступает на конденсатор A2-C11 и заряжает его до уровня логической 1. Этот уровень сохраняется 2 с (зависит от номиналов элементов A2-R14 и A2-C11). За это время необходимо подать команду «Рабочий ход». И магнитофон переходит в режим «Запись».

Команда «Сеть» с выхода 1 дешифратора A2-DD2 через резистор A2-R4 и диод A2-VD2 поступает на конденсатор A2-C10. При получении 5—8 импульсов он заряжается до уровня логической 1. При этом открывается транзистор A2-VT2 и через оптрон A2-U1 сигнал поступает на исполнительное устройство, коммутирующее сетевое напряжение.

В стереофоническом комплексе «Кредо» через блок «Сеть» (см. схему на рис. 8) питают все потребители электроэнергии. Включать-отключать сетевое напряжение можно непосредственно кнопкой «Сеть», с помощью старт-таймерного блока, собранного на микропроцессоре К145ИК1901, а также используя систему дистанционного управления на ИК-лучах.

Основой узла является счетный триггер DD1, который коммутирует нагрузку. Сам триггер (К176ТМ2) питают от стабилизированного однополупериодного выпрямителя, состоящего из диода VD1, стабилитрона VD5, сглаживающего конденсатора C4 и ограничивающего резистора R6. Цепь R4C3 служит для начальной установки триггера в нулевое состояние.

Управляется триггер коротким импульсом, образующимся при разрядке конденсатора C1 или C2 через резистор R3. Заряжается же конденсатор C1 через резистор R1 и открытый светодиод оптрона U1, а C2 через резистор R2 и замкнутые контакты кнопки SB1.

С прямого выхода триггера DD1 уровень логической 1 открывает транзистор VT1. При этом срабатывает реле K1. Через полпериода сетевого напряжения конденсаторы C5, C6 разряжаются через обмотку реле, не позволяя изменяться его состоянию. Это возможно бла-

годаря применению реле с малым током удержания.

Стабилитрон VD4 ограничивает напряжение на коллекторе транзистора VT1 на уровне 180 В (предельное коллекторное напряжение для КТ604А — 250 В).

В состав блока «Сеть» входит еще индикатор напряжения сети, выполненный на лампе ИН9. Этот узел выполняет две функции: во-первых, информирует о срабатывании главного выключателя, во-вторых, измеряет сетевое напряжение (вольтметр с растянутой шкалой). Принцип его работы следующий. Стабилитрон VD6 отсекает от сетевого напряжения 180 В, и все, что после этого осталось, подается на масштабный усилитель на транзисторе VT2. На индикаторе ИН9 почти линейно отображается напряжение от 190 до 250 В. Разрешающая способность шкалы вольтметра — 1 В/мм. Подстроечным резистором R11 добиваются; чтобы середина шкалы соответствовала напряжению 220 В. Ограничивающий резистор R12 влияет на линейность шкалы и чувствительность у верхней границы диапазона измерения.

Детали передатчика, кроме источника питания и оксидного конденсатора, смонтированы на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм размерами 50×19 мм (рис. 9). Следует иметь в виду, что светодиоды HL1—HL3 припаяны со стороны печатных проводников.

Все резисторы, кроме R2, МЛТ-0,125, R2—МЛТ-0,5, конденсаторы С1, С2 — К73-17, С5 — К50-16 или К50-35, остальные — любые малогабаритные (КМ-6 и др.). Кроме указанных на схеме, в выходных ключах вместо составных транзисторов можно применить один интегральный транзистор КТ829В или КТ829Г. Микросхемы серии К176 заменимы на аналогичные по выполняемым функциям из серии К561, а К164 — на К564.

Входной усилитель и логическое устройство собраны на односторонних печатных платах из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм (рис. 10, 11). В этих узлах применены резисторы МЛТ-0,125 или С1-4-0.125, конденсаторы постоянной емкости К73-17, оксидные К50-6, К50-16 или К50-35.

Вместо указанных на схеме могут быть применены микросхемы из серии К561, выполняющие аналогичные функции.

Детали исполнительного устройства «Сеть» установлены на печатной плате размерами 80×70×2 из одно-

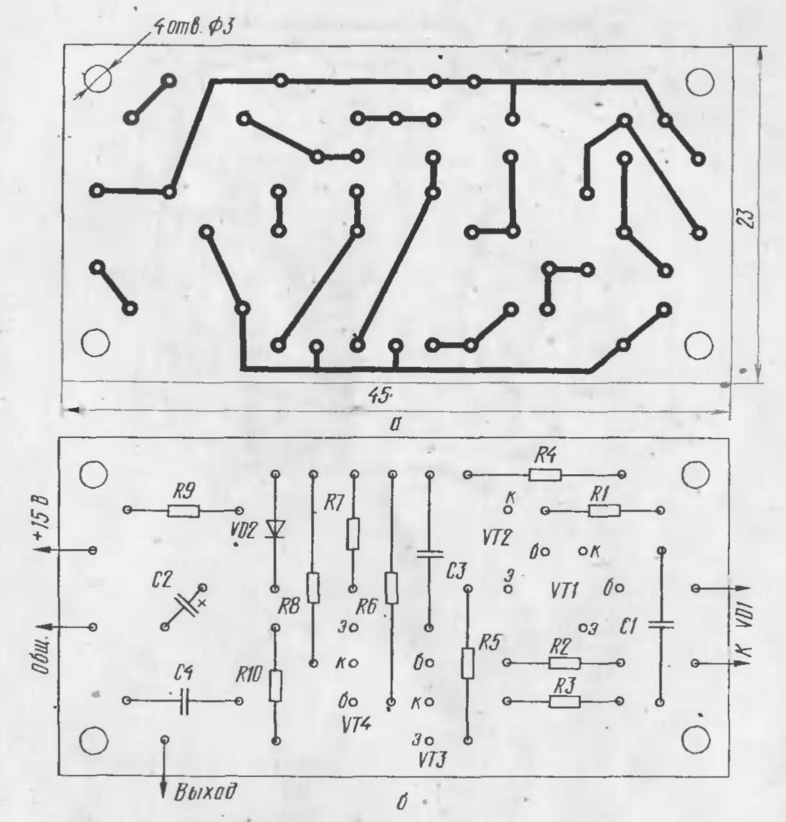


Рис. 10. Чертеж печатной платы входной части приемника:

а — вид со стороны токопроводящих дорожек; *б* — со стороны деталей

стороннего фольгированного стеклотекстолита (рис. 12). Резисторы — МЛТ, конденсаторы С5, С6, С8, С9 — К73-17; С4, С7 — К50-6 или К50-16, остальные — любые. Подстроечный резистор R11 — СП3-27а. Реле К1 — РПУ-220. Его можно заменить на любое другое с сопротивлением обмотки 4...10 кОм и позволяющее коммутировать переменный ток не менее 5 А. При замене реле возможно придется применить конденсаторы С5, С6 с большей емкостью. Их можно заменить одним, подходящим по размерам, оксидным, емкостью 5...10 мкФ с рабочим напряжением 200...400 В.

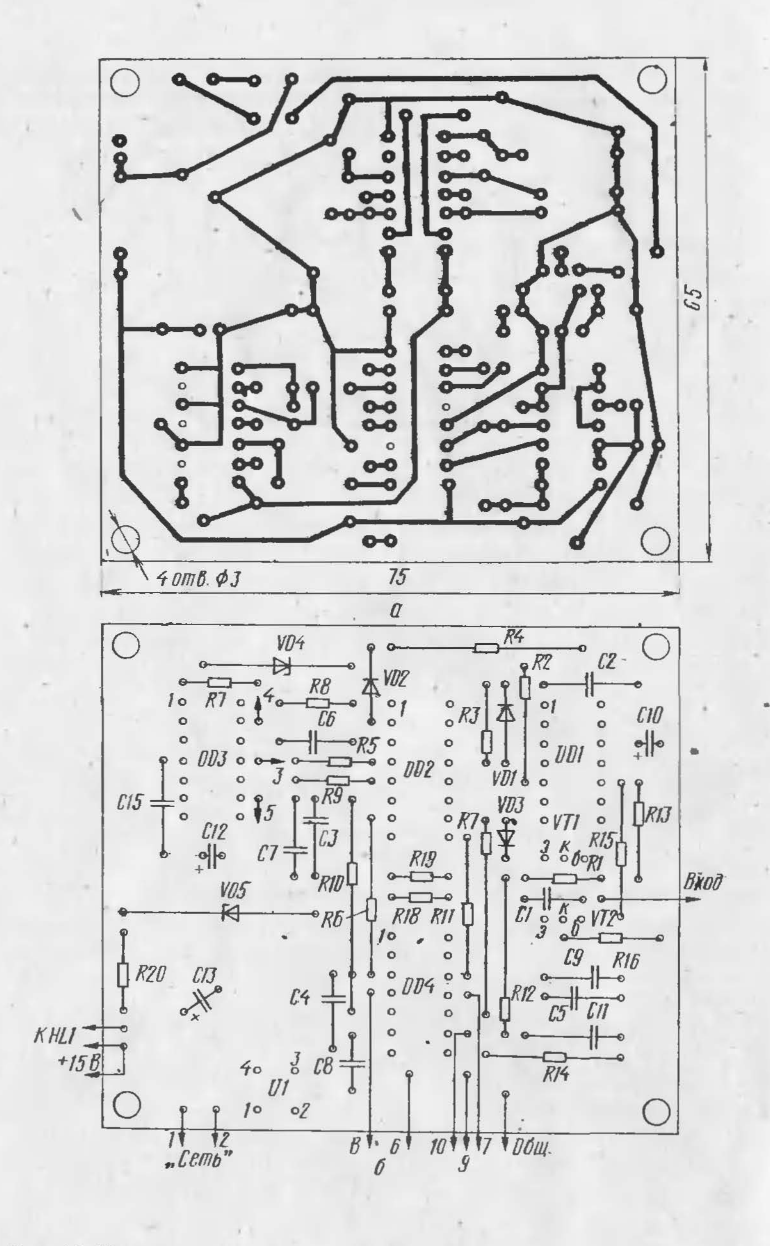


Рис. 11. Чертеж печатной платы логической части приемника: *а* — вид со стороны токопроводящих дорожек; *б* — со стороны деталей

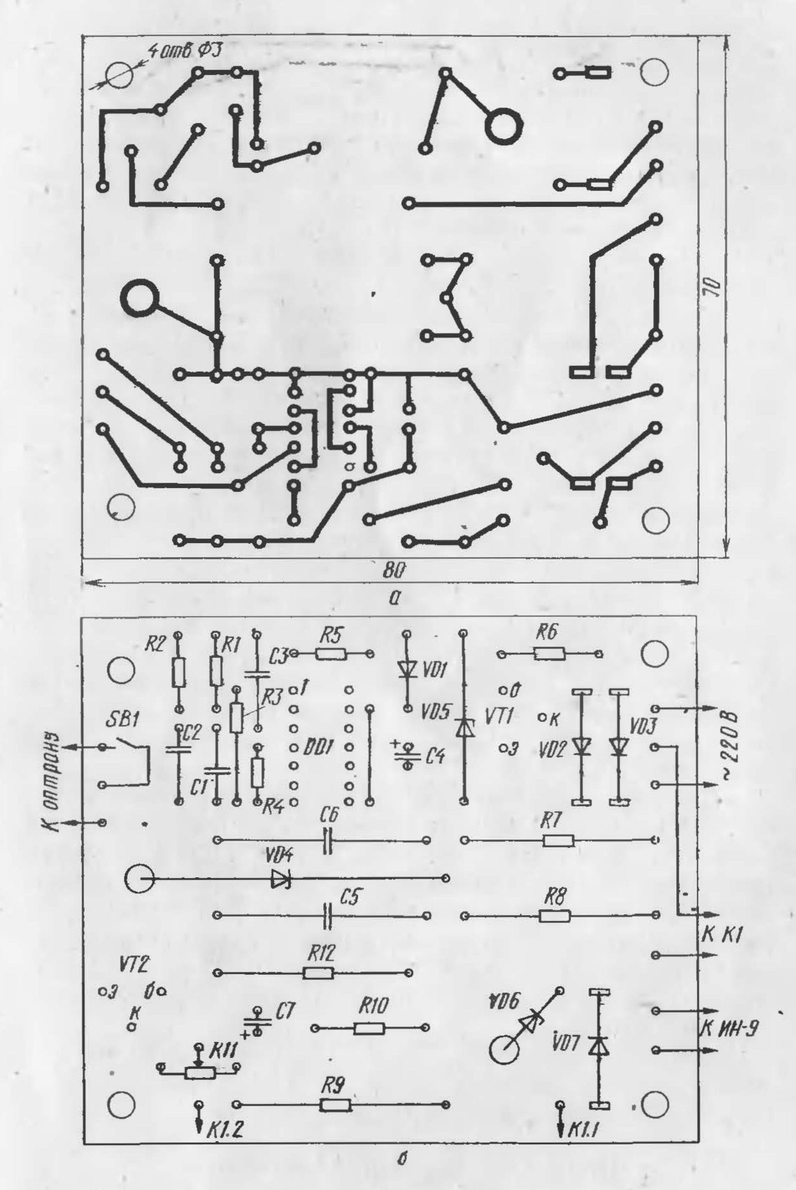


Рис. 12. Чертеж печатной платы блока «Сеть»: *а* — вид со стороны токопроводящих дорожек; *б* — со стороны деталей

Налаживание передатчика сводится к проверке правильности прохождения импульсов при замыкании контактов переключателей SB1—SB9 и времени переключения элемента DD1.4. Соединяя с общим проводом и отключая от него вход элемента DD1.3, осциллографом контролируют на выходе элемента DD1.4 перепады уровней. Их длительность должна быть 0,5 с. При необходимости подбирают конденсатор C2.

Приемник налаживать практически не требуется. Однако нужно особо обратить внимание на следующее. Так как система ДУ работает с самовозвратом, то очень важно, чтобы установка счетчика-делителя A2-DD2 в исходное состояние происходила раньше, чем поступит следующая серия импульсов с передатчика. Постоянная времени цепи C2R2 в передатчике должна быть больше, чем у A2-C3, A2-R2 в приемнике. В данной системе эта величина в передатчике равна 0,5 с, в приемнике — 0,3 с.

Нужно добавить, что применение описанного ДУ не ограничивается только стереокомплексом. Очень просто использовать его для дистанционного переключения каналами в телевизорах последних выпусков. В унифицированных цветных телевизорах 3-УСЦТ-61/51 применяется блок выбора программ УСУ-1-15 на 8 программ. Основой блока является многофазный триггер. Выбор программ происходит путем подачи на один из входов через резистор сопротивлением 56 кОм напряжения +12 В (см. схему УСУ-1-15).

При использовании ДУ для управления телевизором из приемника исключают микросхемы преобразования уровня DD3 и DD4, инверторы DD1.3, DD1.4 со всеми связанными с ними компонентами. Управляющие команды подают с выходов дешифратора DD2 на вход блока выбора программ через последовательную цепочку из диода и резистора сопротивлением 15...30 кОм. Диоды могут быть любые маломощные, их анодом припаивают к дешифратору.

В других телевизорах ДУ на ИК-лучах можно использовать с соблюдением логики работы переключателей и при совпадении напряжения питания.

Индикатор подводимой мощности

Принципиальная схема индикатора подводимой мощности, предназначенного для регистрации уровня

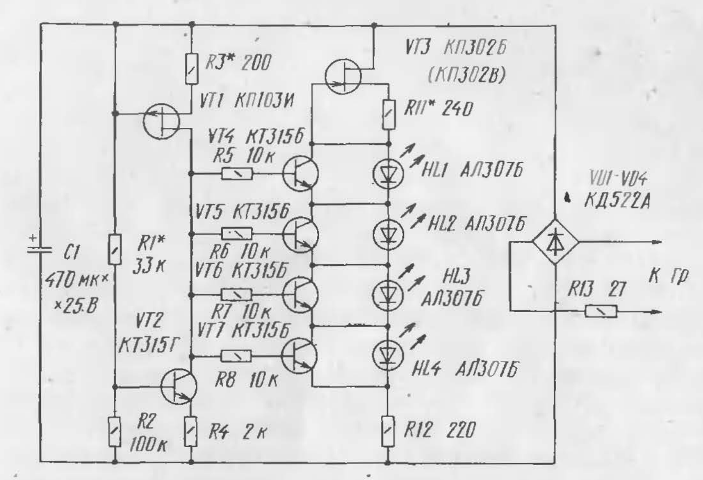


Рис. 13. Принципиальная схема индикатора подводимой мощности

звукового сигнала, подаваемого на громкоговоритель, приведена на рис. 13.

Устройство имеет четыре уровня, шаг индикации 4...5 В. Индикатор отображает пиковую или среднюю мощность в зависимости от емкости накопительного конденсатора C1 (при емкости 200 мкФ — пиковую, при 1000 мкФ — среднюю). Если сопротивление нагрузки 4 Ом, то индикатор будет отмечать следующую подводимую мощность: 5, 15, 30 и 60 Вт. Максимальный уровень входного сигнала — около 20 В. Это позволяет использовать узел практически с любым современным усилителем звуковой частоты и акустической системой.

Отличительной особенностью устройства является то, что оно питается от контролируемого звукового сигнала. Так как его уровень постоянно изменяется, для стабилизации тока, протекающего через светодиоды и устойчивости работы, применены генераторы тока на полевых транзисторах.

Принцип работы индикатора основан на сравнении изменяющегося напряжения на коллекторе транзистора VT2 и постоянного на эмиттерах транзисторов VT4—VT7. Звуковой сигнал поступает на мостовой выпрямитель на диодах VD1—VD4 и далее на накопительный конденсатор C1. Когда напряжение начинает увеличиваться,

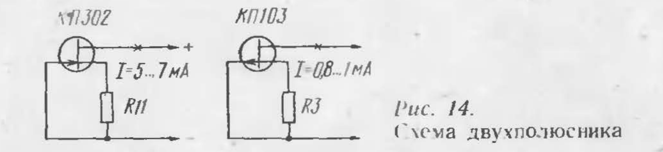


Рис. 14.
Схема двухполюсника

открывается регулирующий транзистор VT2. Если на его коллекторе напряжение выше, чем на эмиттерах транзисторов VT4—VT7, то последние открыты и шунтируют светодиоды HL1—HL4 — они не светятся. Дальнейшее увеличение звукового сигнала приведет к такому же изменению напряжения на коллекторе транзистора VT2. Это в свою очередь приведет к последовательному закрыванию транзисторных ключей. Светодиоды начнут гореть в соответствии с приложенной мощностью.

Для нормальной работы индикатора следует установить режим генераторов тока. Полевые транзисторы включают по схеме двухполюсника (рис. 14) и, соблюдая полярность, присоединяют к регулируемому источнику постоянного тока. Протекающий через полевые транзисторы ток должен оставаться стабильным при изменении напряжения от 4 до 16 В. Ток через транзистор VT1 (в пределах 0,8...1 мА) устанавливают подбором резистора R3, через VT3 (5...7 мА) — резистором R11.

Нижний порог срабатывания индикатора (зажигается светодиод HL1) регулируют резистором R1, верхний (светится HL4) — R12. При необходимости шкалу индикатора в небольших пределах можно прологарифмировать,

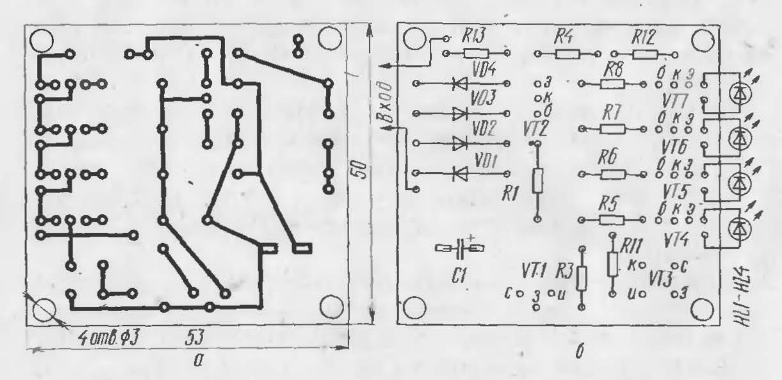


Рис. 15. Чертеж печатной платы индикатора подводимой мощности: *а* — вид со стороны токопроводящих дорожек; *б* — со стороны деталей

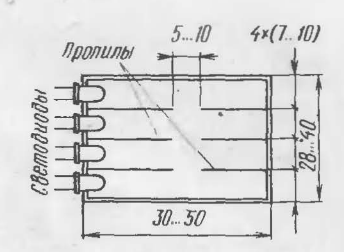


Рис. 16.
Чертеж линзового блока

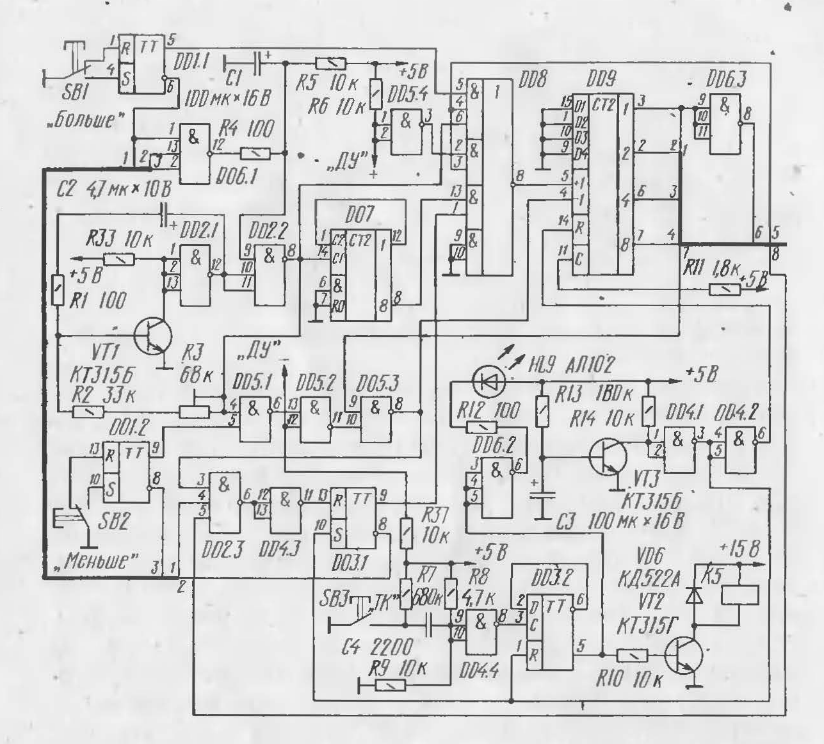
изменив сопротивление резисторов R5 — R8 (в пределах от 5,6 до 16 кОм).

Детали описываемого устройства размещены на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 53×50 мм (рис. 15). Примененные резисторы — МЛТ-0,25 или МЛТ-0,125, конденсатор С1 — К50-6, К50-16 или К50-35. Биполярные транзисторы VT4—VT8 — любые кремниевые структуры n-p-n с коэффициентом усиления по току 40...200. Это относится и к транзистору VT2. Кроме того, его предельное напряжение участка коллектор — эмиттер должно быть не менее 20 В.

Светодиоды HL1—HL4 могут быть расположены на печатной плате или в отдельном блоке. Многие светодиоды АЛ307 имеют «косое» свечение, которое очень заметно в линейных шкалах. Чтобы устранить это явление, светодиоды объединены в линзовый блок, изготовленный из прозрачного органического стекла толщиной 4...5 мм (рис. 16). В выемки блока светодиоды приклеивают клеем «Суперцемент» или другим нитроклеем. После высыхания клея весь блок окрашивают алюминиевой краской, очень тщательно заполняют пропилы. Делают это для того, чтобы увеличить яркость и светоразделить каждый уровень. Высохший блок с торца шлифуют мелкозернистой абразивной шкуркой.

Цифровой регулятор громкости

Описываемый регулятор с отключаемым тон-компенсатором (рис. 17) позволяет управлять громкостью по логарифмическому закону одновременно в двух каналах. Он позволяет регулировать как вручную, так и автоматически. Предусмотрена возможность установки громкости по программе — после включения комплекса уровень



медленно нарастает до значения, установленного заранее переключателем SA1. Это весьма удобно при работе в режиме «Будильник» (от таймерной системы).

В качестве цифроаналогового преобразователя (ЦАП) применены четыре реле РЭС60. Необходимость механического контакта, а не электронного вызвана тем, что приходится регулировать звуковой сигнал с большим уровнем, амплитудное значение которого может достигать 15...20 В. Кроме того, чистый металлический контакт не дает искажений, шумов и др., что столь важно для системы высокого класса.

К недостаткам данного ЦАП нужно отнести небольшой динамический диапазон (до 30 дБ) и то, что громкость приближается к нулю, но не достигает его. В принципе в данном устройстве можно использовать любой ЦАП, работающий в коде 1-2-4-8.

Регулятор громкости с электронным управлением состоит из четырех основных узлов: установки, управления, коммутации и индикации.

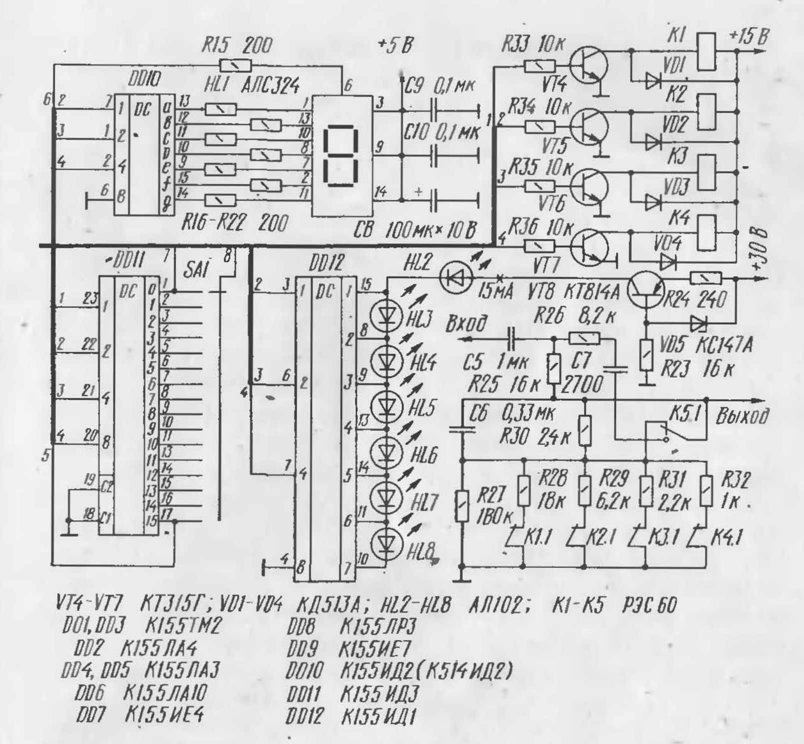


Рис. 17. Принципиальная схема цифрового регулятора громкости

Узел установки содержит три нефиксируемые кнопки SB1—SB3, антидребезговые триггеры DD1.1, DD1.2, один счетный триггер (на элементах DD3.2 и DD4.4) для управления тон-компенсацией. Переключатель SA1, дешифратор DD11 и RS-триггер DD3.1 — элементы предварительной установки громкости. Для ее начальной установки используются транзистор VT3 и элементы 2И-НЕ DD4.1 и DD4.2.

Узел управления содержит реверсивный счетчик DD9, тактовый генератор (VT1, DD2.1, DD2.2), делитель на 12 DD7 и цепь управления тактовым генератором (DD6.1, R5, C1). Кроме того, к этому узлу относятся устройства ограничения уровня громкости по верхнему (DD8) и нижнему (DD5.3) пределам и устройства согласования цифрового регулятора громкости с блоком ДУ на ИК-лучах (DD5.4 — в канале «плюс», DD5.2 — в канале «минус»).

В узел коммутации входят четыре реле (K1—K4) и «весовые» резисторы (R25—R32) — элементы ЦАП, а также реле K5 и конденсаторы C5—C7, используемые для тон-компенсации.

Узел индикации состоит из элементов дискретной светящейся линии (DD12, VT8) и цифровой индикации (DD10, DD6.3).

При включении питания узел, собранный на элементах DD4.1, DD4.2, и транзистор VT8 устанавливают цифровой регулятор громкости в исходное состояние: реверсивный счетчик DD9 и триггер DD3.2 — в нулевое, триггер DD3.1 — в единичное. Низкий логический уровень с инверсного выхода триггера DD3.1 поступает на элемент 3И-НЕ DD6.1 с открытым коллекторным выходом. Этот элемент регулирует работу тактового генератора. На выводе 9 элемента DD2.2 уровень логической 1. При этом генератор вырабатывает импульсы, которые поступают на счетчик, а с него на микросхему DD8 (вывод 13). Прохождение импульсов здесь разрешено высоким логическим уровнем, поступающим на вывод 1 с прямого выхода триггера DD3.1. Счетчик DD9 подсчитает импульсы, пришедшие на вход +1; с его выходов код соответствующего числа поступает на ЦАП и на дешифратор DD11. Переключатель SA1, включенный на выходе дешифратора, предназначен для программной установки громкости. Как только на его движке появится уровень логического 0, через инверторы DD2.3 и DD4.3 он попадает на триггер DD3.1 и переключит его. С выхода 9 уровень логического 0 запрещает прохождение импульсов с генератора через элемент DD8, а с вывода 8 триггера DD3.1 через управляющий инвертор DD6.1 блокирует работу тактового генератора. Уровень, установленный переключателем SA1, зафиксировался. Нарастание уровня громкости можно в любой момент остановить, нажав одну из кнопок SB1 или SB2. С управляющих триггеров DD1.1 или DD1.2 соответственно на входы 4, 3 элемента DD2.3 попадут запрещающие импульсы.

Если необходимо увеличить (уменьшить) громкость, нажимают на кнопку SB1 (SB2). При этом триггер DD1.1 (DD1.2) переключается и с его выхода низкий логический уровень подается на элемент DD6.1, открытый выход которого до этого был зашунтирован конденсатором C1. Теперь же конденсатор заряжается до уровня логической 1, и примерно через 1 с запускается

тактовый генератор. Задержка предусмотрена для того, чтобы можно было ступенчато (одно нажатие кнопки длительностью меньше 1 с) или автоматически (кнопку удерживают нажатой до достижения нужного уровня) управлять громкостью.

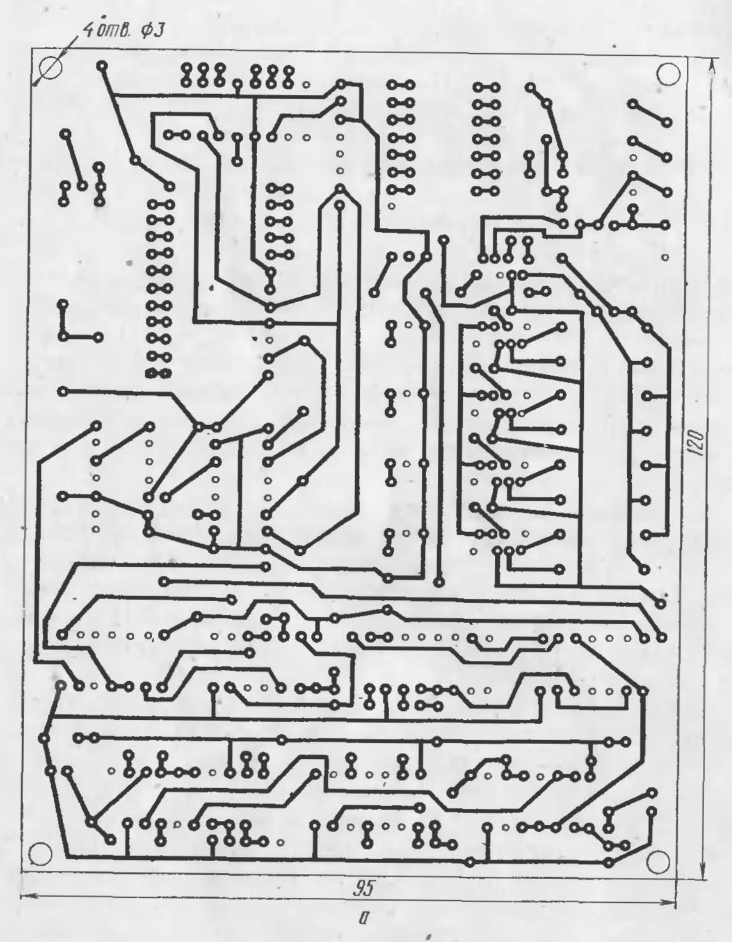
Так как в реверсивном счетчике DD9 при работе в режиме слежения за состоянием выходов 1111 следует 0000, то, если не принять соответствующих мер, при дальнейшем увеличении максимального значения громкости она скачкообразно уменьшится до нуля. Для этих целей при достижении максимальной громкости уровень логического 0 с вывода 17 дешифратора DD11 запрещает прохождение импульсов с генератора через микросхему DD8. Ограничение уровня по минимальному значению происходит путем подачи уровня логического 0 с вывода 1 дешифратора DD11 на вывод 9 элемента DD5.3.

С выхода реверсивного счетчика четырехразрядная кодовая комбинация поступает на транзисторные ключи VT4—VT7, которые управляют реле K1—K4. Контакты реле коммутируют в обоих каналах одновременно соответствующим образом резисторы R28, R29, R31, R32 (четыре резистора позволяют получить 16 градаций уровня громкости).

Цифровая индикация градации производится дешифратором DD10 в двоичном коде 2-4-8, подаваемом соответственно на входы 1, 2, 4; на вход 8 поступает уровень логического 0. Иными словами, на две градации громкости происходит одно изменение показания счета. Счет ведется от 0 до 7 условных единиц по семисегментному индикатору HL1. Дополнительно задействована «точка» индикатора, отмечающая половинки градаций. Индикация светящейся линии производится дешифратором DD12, также работающим в коде 2-4-8. Его нагрузкой являются светодиоды HL2—HL8. Они питаются от генератора тока, выполненного на транзисторе VT8. Этот узел через светодиоды (15 мА), стабилизирует ток, который устанавливают резистором R24.

Тон-компенсация управляется кнопкой SB3. При замыкании ее контактов на выходе элемента DD4.4 формируется «положительный» перепад, переключающий триггер DD3.2 в единичное состояние.

Систему ДУ на ИК-лучах через разъем подключают к элементу DD5.4 — регулировка «Больше» и к элементу



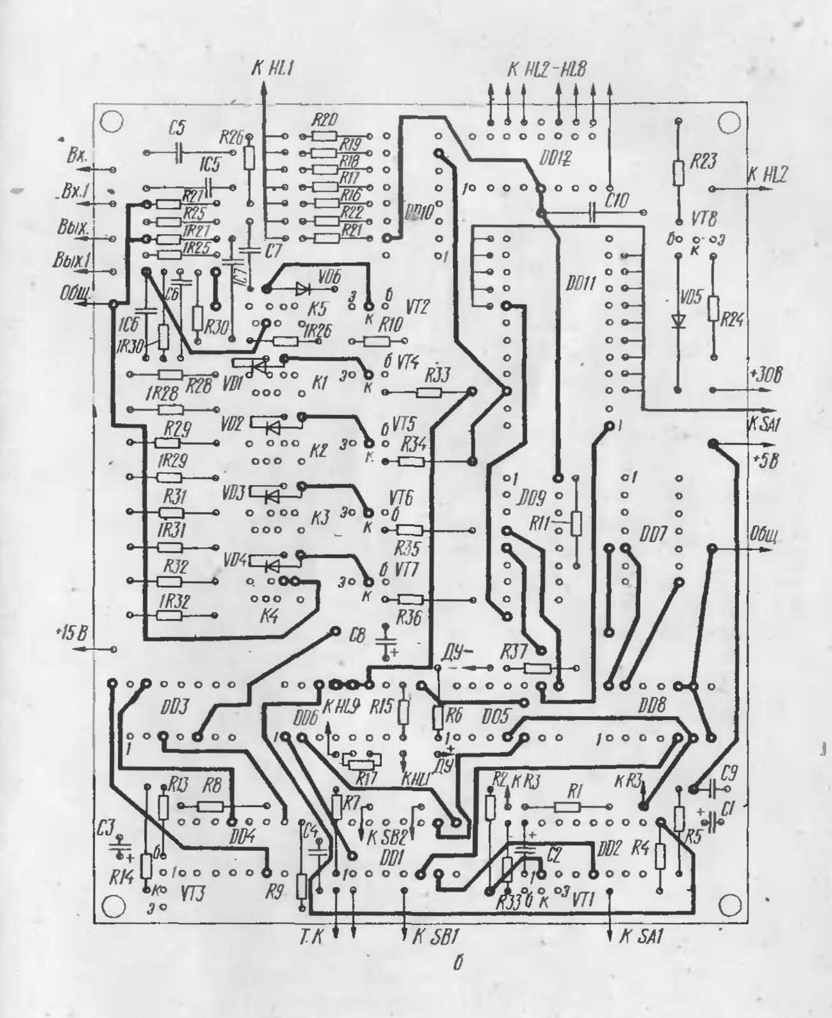


Рис. 18. Чертеж печатной платы цифрового регулятора громкости:
а — вид со стороны токопроводящих дорожек; *б* — со стороны деталей

DD5.2 — «Меньше». ДУ может быть и проводное, если входы вышеуказанных элементов выполнить по схеме формирования импульсов с запуском от механического контакта.

Детали цифрового регулятора громкости расположены на печатной плате из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита (рис. 18). Резисторы могут быть МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25. Оксидные конденсаторы — К50-35, С5, С6 — К73-17, остальные — любых типов. Реле К1—К5 — РЭС60, паспорт РС4.569.435-07. Кнопки SB1—SB3 — МП9. Переключатель SA1 не обязательно должен иметь 16 фиксированных положений — вполне подойдет, наиболее доступный, на 5—10 положений, которым устанавливают наиболее подходящие уровни громкости.

Как показывает практика, регулятор не требует налаживания. При использовании исправных деталей и отсутствии ошибок при монтаже он начинает работать сразу. Переменным резистором R3, ось которого выведена на заднюю стенку усилителя (рядом с SA1), регулируют скорость изменения громкости.

СПОРТИВНАЯ АППАРАТУРА

КЛАВИАТУРНЫЙ ДАТЧИК ТЕЛЕТАЙПНОГО КОДА

А. Демиденко

Описываемый клавиатурный датчик используется на любительской радиостанции при проведении телетайпных радиосвязей (RTTY), а также для учебных целей в организациях ДОСААФ. На его выходе формируется последовательная комбинация положительных и отрицательных посылок в общепринятом телетайпном коде. Датчик позволяет передавать одиночные посылки любой комбинации при кратковременном нажатии на клавишу, а также непрерывную передачу комбинаций одного и того же передаваемого знака при удержании клавиши в нажатом состоянии.

К датчику можно подключить контрольные алфавитно-цифровые дисплеи, цепи манипуляции передатчика, буквопечатающие аппараты.

Устройство состоит из блока клавиатуры и электронного блока, принципиальные схемы которых соответственно приведены на рис. 1 и 2.

Блок клавиатуры представляет собой многоразрядный шифратор телетайпных кодов, выполненный на диодах. Клавиши датчика управляют контактами, при замыкании которых на соответствующих информационных шинах шифратора появляется уровень логического 0.

Клавишу SB32 нажимают в том случае, если при передаче используется русский регистр. Телетайпный код этого сигнала формируется вне шифратора. Следует заметить, что код русского регистра передается как при кратковременном нажатии, так и при удержании клавиши только один раз. Поэтому если необходимо передать несколько посылок этого кода подряд, то надо нажать и отпустить клавишу SB32 необходимое число раз. Это не является недостатком данного устройства в целом, так

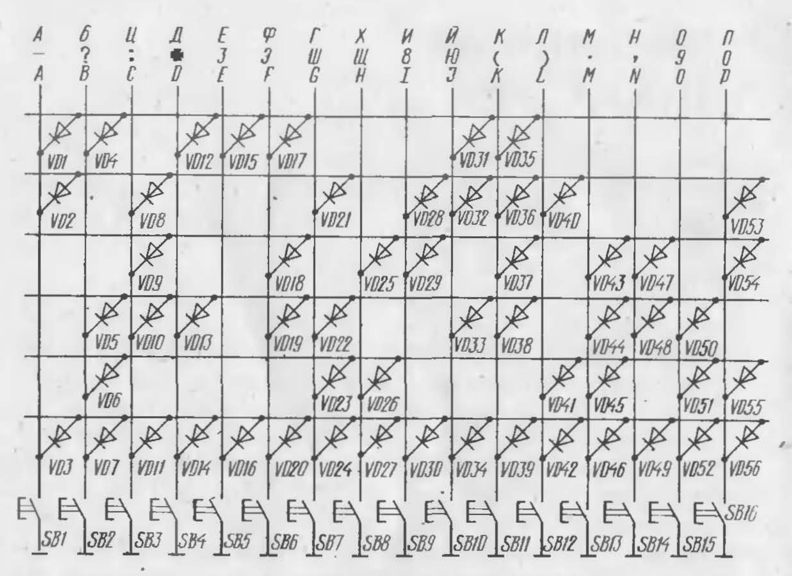


Рис. 1: Принципиальная схема блока клавиатуры

как в любительской радиосвязи на RTTY русским регистром пользуются очень редко. В профессиональных телетайпных аппаратах непрерывная передача выбранного знака выполняется не удержанием клавиши, а включением дополнительного устройства повтора.

Режим непрерывной передачи знака введен в датчик только для повышения оперативности при проведении буквопечатающих радиосвязей.

Помимо информационных шин (см. рис. 1) в блок клавиатуры введена счетная шина (шестая сверху), необходимая для оповещения оператора о конце передаваемой строки (в строке 64 знака).

Электронный блок (см. рис. 2) выполнен полностью на микросхемах серии К155.

Телетайпный код, сформированный в блоке клавиатуры, через буферный регистр (на триггерах микросхемы DD1, DD2 и DD3.1) поступает на мультиплексор DD6. На его выходе при подаче двоичного кода на входы A1—A4 получают полную посылку телетайпного кода, соответствующую нажатой клавише.

На микросхеме DD5, элементах DD8.2, DD7.2 и триггере DD10.2 выполнено устройство запуска, которое

VD1 - VD107 Д9

работает следующим образом. В исходном состоянии на всех входах микросхемы DD5 присутствуют уровни логической 1, а на выходе уровень логического 0. Конденсатор C1 заряжен до напряжения логической 1. При нажатии на любую из клавиш SB1—SB31 хотя бы на одном из входов микросхемы DD5 будет присутствовать низкий логический уровень. Это приведет к изменению логического уровня на ее выходе. Конденсатор C1 разрядится через элемент DD8.2. При этом на выходе элемента DD7.2 образуется короткий импульс отрицательной полярности, который изменит состояние триггера DD10.2 и тем самым разрешит работу счетчика DD4. На выходе мультиплексора DD6 будет сформирован последовательный код согласно логическим уровням на входах D2—D9.

По восьмому тактовому импульсу исходное состояние примет буферный регистр, по девятому — триггер DD10.2, запретив работу счетчика DD4.

То же произойдет и при нажатии на клавишу SB32. Так как в этом случае на информационных входах D3—D7 мультиплексора DD6 будет постоянно присутствовать уровень логической 1, то на его выходе сформируется полная посылка кода русского регистра.

При удержании любой из клавиш SB1—SB31 по

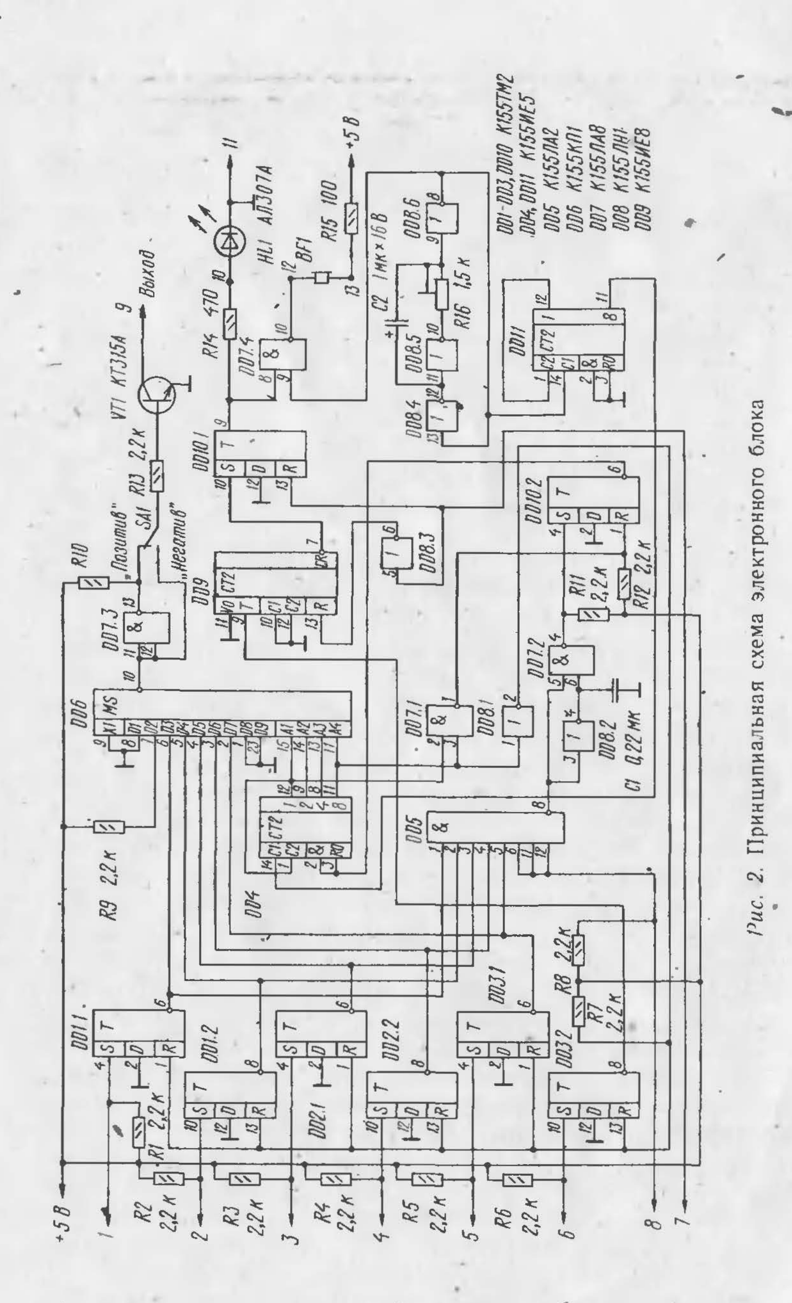


Рис. 2. Принципиальная схема электронного блока

восьмому тактовому импульсу триггеры буферного регистра примут нулевое состояние. Элемент 8И-НЕ DD5 перейдет в исходное состояние, конденсатор C1 зарядится до уровня логической 1. По девятому тактовому импульсу установится в нулевое состояние триггер DD10.2, в буферный регистр опять запишется информация о знаке из блока клавиатуры и т. д. В результате на выходе микросхемы DD6 будет непрерывная комбинация из кода выбранного знака.

При удержании же клавиши SB32 на выводах 6, 11, 12 микросхемы DD5 будет постоянно уровень логического 0. Конденсатор C1 будет разряжен и для того, чтобы повторить эту комбинацию, необходимо его снова зарядить, т. е. разомкнуть контакты клавиши SB32.

На логических элементах DD8.4—DD8.6 по традиционной схеме собран тактовый генератор. Подстроечным резистором R16 его настраивают на частоту 727,2 Гц. После деления на 16 счетчиком DD11 тактовая частота равна 45,45 Гц, что соответствует скорости телеграфирования 45,45 бод.

На триггерах DD3.2, DD10.1, счетчике DD9 и элементе DD7.4 выполнен узел подсчета знаков в передаваемой строке и оповещения о конце строки. На вход S триггера DD3.2 поступает уровень логического 0 со счетной шины блока клавиатуры. По окончании комбинационной посылки этот триггер возвращается в первоначальное состояние одновременно с триггерами буферного регистра. Перепады напряжения на инверсном выходе DD3.2 подсчитывает счетчик DD9. После 64-го импульса на выходе DD9 появится уровень логического 0, который изменит состояние триггера DD10.1, и тем самым станет возможным прохождение тактовых импульсов через элемент DD7.4. На выходе этого элемента включен звукоизлучатель BF1.

По звуковому сигналу или по свечению светодиода HL1 оператор должен передать комбинацию «Возврат каретки», разрядная шина которого соединена с узлом, формирующим импульс сброса счетчика DD9 и триггера DD10.1.

Следует напомнить, что для синхронизации передающих и приемных буквопечатающих трактов сначала в линию связи передают телетайпные посылки «Возврат каретки» и «Перевод строки». Исходя из этого, перед передачей информации счетчик на микросхеме

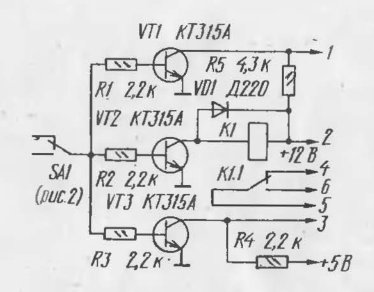


Рис. 3.
Принципиальная схема выходных устройств датчика

DD9 и триггер DD10.1 всегда будут находиться в начальном нулевом состоянии.

Как уже говорилось выше, к датчику могут быть присоединены различные выходные устройства. Для их подключения транзистор VT1 может и не понадобиться.

На рис. 3 приведена примерная схема выходных устройств датчика для подключения к дисплею (через транзистор VT3) или к цепям манипуляции передатчика (через транзистор VT1 или контакты реле K1). К контактам реле K1 через соответствующие устройства согласования может быть подключен буквопечатающий аппарат. На транзисторы VT1—VT3 подаются телетайпные посылки в той или иной полярности в зависимости от положения переключателя SA1 (см. рис. 2).

Клавиатурный датчик выполнен в виде самостоятельной конструкции настольного типа. Клавиатура может быть любой, в том числе и самодельной. Наличие в электронном блоке буферной памяти и узла запуска позволяет применить контакты самой примитивной конструкции, так как в устройстве предусмотрена защита от их дребезга.

На рис. 4 приводится вариант размещения клавиш на клавиатуре. При организации этого варианта необходимо к соответствующим вертикальным разрядным шинам шифратора подключить контакты клавиш согласно таблице кодов (см. верхнюю часть рис. 1). На рис. 4 верхний ряд обозначений символов на клавишах соответствует русскому и латинскому регистрам, а нижний — цифровому. Символ «<» обозначает возврат каретки, а «≡» — перевод строки.

Организация клавиатуры может быть и трехрядной, поэтому на рис. 1 показаны только контакты SB1 и SB32.

Датчик питают от источника стабилизированного напряжения +5 В при токе около 1 А.

Блок клавиатуры и электронный блок выполнены на печатных платах из двухстороннего фольгированного сте-

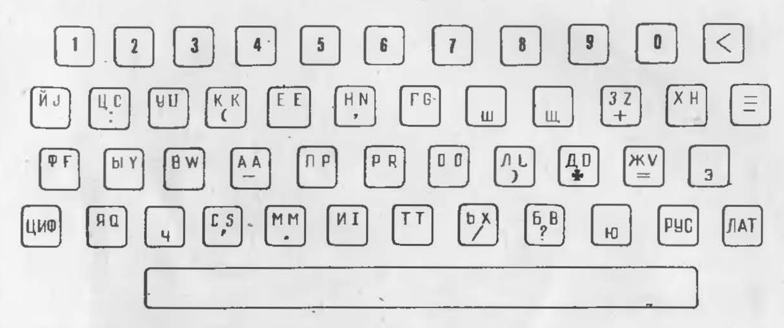


Рис. 4. Вариант размещения клавиш на клавиатуре

клотекстолита. На плате блока клавиатуры наносятся проводники разводки диодов шифратора методом прорезания с одной стороны информационных и счетной шин, а с другой — разрядных. На плате электронного блока с одной стороны разводятся проводники цепей питания микросхем, а с другой — ближайшие перемычки.

Весь монтаж выполнен методом так называемой «путанки» многоцветным монтажным проводом малого сечения, так как при индивидуальном изготовлении сложных печатных плат в любительских условиях имеются определенные трудности.

Необходимо напомнить, что в цепях питания микросхем надо установить блокировочные конденсаторы емкостью 0,033...0,047 и 2,2...6,8 мкФ.

В блоке клавиатуры вместо диодов серии Д9 можно установить любые маломощные импульсные как германиевые, так и кремниевые. Желательно, чтобы к одной разрядной шине были подключены диоды одного типа.

Все резисторы, кроме R16,—МЛТ или УЛМ. Подстроечный резистор R16—СП5-3 или аналогичный по конструкции. Конденсатор C1—КМ, C2—К53-1 или К50-6.

В качестве звукоизлучателя BF1 используется головной телефон ТОН-2 с сопротивлением обмотки 1,6 кОм. Переключатель SA1 (рис. 2) — малогабаритный тумблер или кнопочный П2К. При выборе реле K1 кроме напряжений срабатывания и отпускания учитывают также требования к быстродействию и коммутируемому току.

Правильно собранный датчик начинает работать сразу. Необходимо только по электронному цифровому частотомеру установить частоту тактового генератора.

ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА

ПРОГРАММАТОР ППЗУ СО СТИРАНИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

М. Овечкин

Программатор предназначен для записи информации в электрически программируемое постоянное запоминающее устройство со стиранием ультрафиолетовым излучением. Объем памяти РПЗУ — от 1 до 8 Кбайт.

Программатор работает совместно с микроЭВМ «Радио-86 РК» [1]. В отличие от программатора, о котором рассказано в [2], описываемое устройство сопряжено с компьютером без каких-либо переделок в последнем. Конфигурация связей в программаторе соответствует приведенной в [3], что позволяет использовать его в качестве самостоятельного ПЗУ. Функции интерфейса выполняет установленное на плате «Радио-86 РК» программируемое устройство для ввода-вывода параллельной информации К580ИК55 (на принципиальной схеме в [1] обозначено как D14). При этом порты микросхемы КР580ВВ55 выполняют следующие функции. Порт «А» используется для ввода-вывода информации. Его подключают к входам D0—D7 программируемой микросхемы. Через порты «В» и «С» выводят соответственно младший и старший байты адресов ячеек РПЗУ. Через каналы С6, С7 порта «С» выдаются сигналы управления ключами программатора и сигналы обращения к программируемым микросхемам.

Аппаратная часть программатора показана на рис. 1. Чтобы упростить коммутацию сигналов записи, на дополнительной плате установлены три панели для разных ПЗУ: две 24-контактных (одна для К573РФ1, другая для К573РФ2, К573РФ5) и одна 28-контактная (для К573РФ4, К573РФ6). На схеме они не показаны.

На элементе DD1.3 и транзисторе VT3 выполнен электронный ключ, формирующий импульс записи для

КТ 201; КТ 203



2764
27128

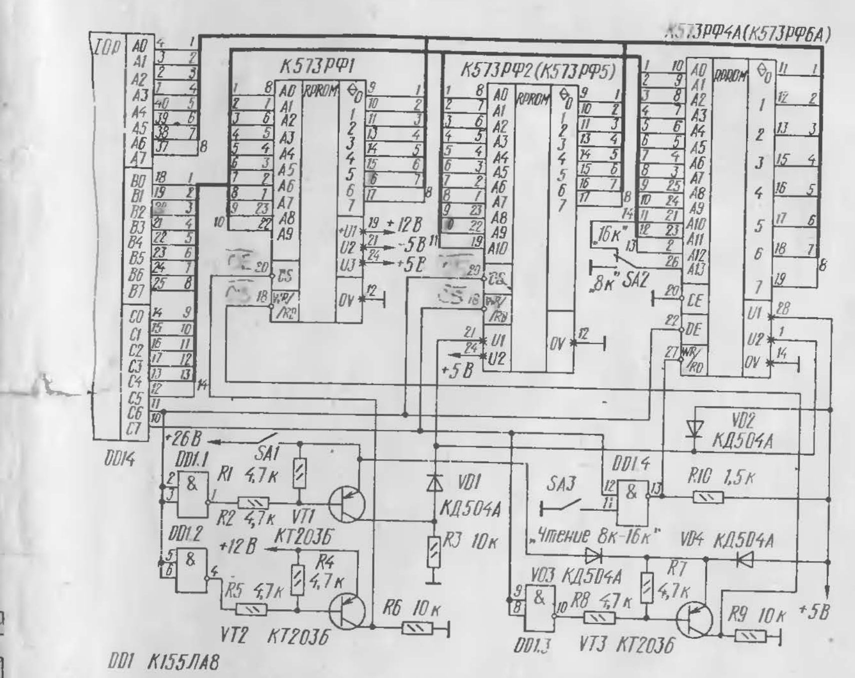


Рис. 1. Принципиальная схема аппаратной части программатора. Вывод 18 у К573РФ1 (РФ2, РФ5) — CS, 20—WR/RDn

программируемой микросхемы К573РФ1 (импульс амплитудой +26 В на входе WR/RD). На элементе DD1.2 и транзисторе VT2 собран ключ, коммутирующий напряжение +12 В на входе CS этой микросхемы. Через ключ на элементе DD1.1 и транзисторе VT1 программирующее напряжение подается при записи информации в микросхемы других типов (на вывод 21 в РПЗУ К573РФ2, К573РФ5 и на вывод 1 К573РФ4, К573РФ6). Элемент DD1.4 обеспечивает требуемую полярность им-

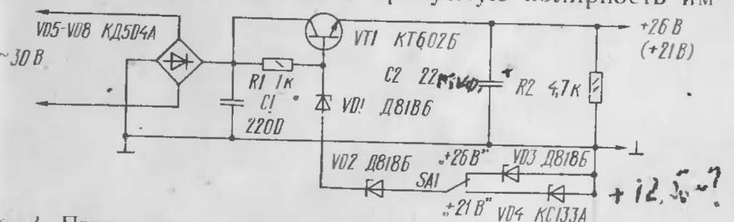


Рис. 2. Принципиальная схема источника программирующих напряжений. Емкость конденсатора С2 — 22 мкФ.

Д 815-9
КС133А - 3,3

```
0000 3E 90 32 03 A0 AF 32 02 A0 32 73 02 31 FF 75 21
0010 AA 01 CD 18 F8 CD 03 F8 FE 32 CA 5B 00 FE 34 CA
0020 4D 01 FE 38 CA 5C 01 FE 31 C2 15 00 21 4C 02 CD
0030 18 F8 CD E6 00 11 FF 23 3E 01 32 72 02 3E 00 32
0040 71 02 AF 32 74 02 CD 05 01 FE 32 C2 46 00 CD D8
0050 00 3A 00 A0 BE CA B9 00 C3 87 00 21 4D 02 CD 18
0060 F8 CD E6 00 11 FF 27 3E 00 32 72 02 AF 32 74 02
0070 CD D8 00 3A 00 A0 BE CA 8C 00 3E 00 32 71 02 CD
0080 05 01 FE 32 C2 70 00 C5 21 8A 01 CD 18 F8 C1 78
0090 C5 CD 15 F8 C1 79 CD 15 F8 C3 7E 01 3A 74 02 87
00A0 87 32 74 02 CA B9 00 3E 01 32 71 02 CD 05 01 3A
00B0 74 02 3D 32 74 02 C2 A7 00 CD D2 00 CA 6B 01 7D
00C0 FE FF CC 38 01 23 03 3A 72 02 FE 01 CA 42 00 C3
00D0 6C 00 7A BC C0 7B BD C9 3E 90 32 03 A0 79 32 01
00E0 A0 78 32 02 A0 C9 21 22 02 CD 18 F8 CD 03 F8 FE
00F0 0D C2 00 00 0E 0D CD 09 F8 0E 0A CD 09 F8 21 00
0100 20 01 00 00 C9 3E 80 32 03 A0 7E 32 00 A0 79 32
0110 01 A0 78 F6 40 32 02 A0 78 F6 C0 32 02 A0 3E 65
0120 3D C2 20 01 78 F6 40 32 02 A0 3A 71 02 FE 01 C8
0130 3A 74 02 3C 32 74 02 C9 C5 E5 21 9A 01 CD 18 F8
0140 3A 73 02 3C 32 73 02 CD 15 F8 E1 C1 C9 21 4E 02
0150 CD 18 F8 CD E6 00 11 FF 3F C3 67 00 21 4F 02 CD
0160 18 F8 CD E6 00 11 FF 5F C3 67 00 21 9A 01 CD 18
0170 F8 3A 73 02 3C CD 15 F8 21 58 02 CD 18 F8 21 1E
0180 02 CD 18 F8 CD 03 F8 C3 00 00 0D 0A 62 72 61 6B
0190 20 2D 2D 2D 2D 2D 3E 20 3A 00 0D 0A 7A 61 70 69
01A0 73 78 20 64 61 6D 70 61 3A 00 1F 0C 2A 50 52 4F
01B0 47 52 2A 20 56 31 2E 33 2D 39 30 0D 1A 1A 69 6E
01C0 66 2E 62 75 66 65 72 3A 20 32 30 30 30 48 0D 0A
01D0 2D 2D 2D 2D 2D 2D 2D 2D 2D 2D 2D 2D 2D 2D 2D 2D
01E0 0D 0A 20 3C 31 3E 2D 20 35 37 33 72 66 31 0D 0A
01F0 20 3C 32 3E 2D 20 35 37 33 72 66 32 2C 35 0D 0A
0200 20 3C 34 3E 2D 20 35 37 33 72 66 34 28 36 34 29
0210 0D 0A 20 3C 38 3E 2D 20 32 37 31 32 38 1A 0D 0A
0220 2E 00 75 73 74 61 6E 6F 77 69 20 6D 2F 73 0D 0A
0230 77 6B 6C 2E 20 55 2D 70 72 6F 67 72 2E 0D 0A 7A
0240 61 70 69 73 78 2D 20 3C 77 6B 3E 00 19 19 19 19
0250 19 0D 7F 1B 59 29 20 00 0D 0A 0A 6B 6F 6E 65 63
0260 0D 0A 77 79 6B 6C 2E 20 55 2D 70 72 6F 67 72 2E
0270 00 00 00 00 00
```

КОНТРОЛЬНЫЕ СУММЫ

БЛОК	СУММА
000 - 0FF	FB96
100 - 1FF	CC85 C57E
200 - 274	C8AC
000 - 274	93C0

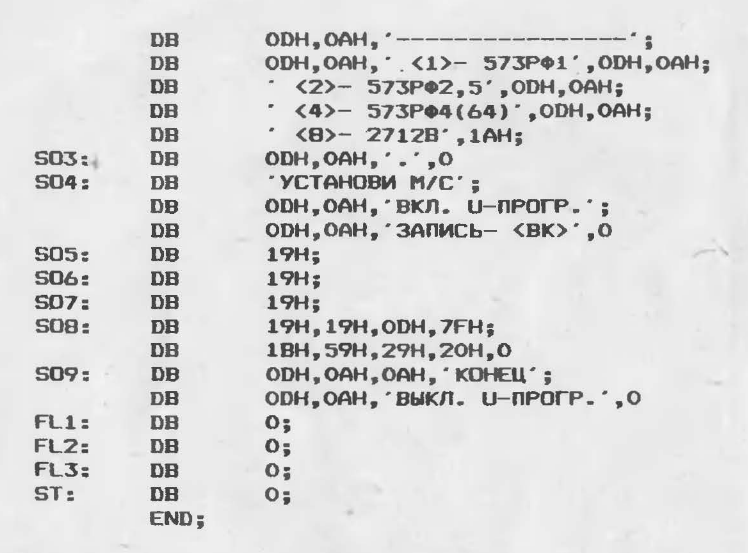
Рис. 3. Программа, написанная в машинных кодах процессора К580ИК80


```
;-----------------------------------------------------------
;-   ПРОГРАММА ПОДДЕРЖКИ ЗАПИСИ РПЗУ 573РФ1,2,4,5       -
;-   И 2764,27128 НА КОМПЬЮТЕРЕ "РАДИО-86РК" ЧЕРЕЗ       -
;-             ППА 580ВВ55 (Д14). V1.3  6.4.90Г.         -
;-----------------------------------------------------------
        ORG        0H     ;АДРЕС НАЧАЛА ПРОГРАММЫ
WW:     EQU     0F803H    ;АДРЕС П/ПР. ВВ. СИМВОЛА С КЛАВ-РЫ
WYW:    EQU     0F809H;
PRINT:  EQU     0F818H    ;АДРЕС П/ПР. ВЫВ. СООБ. НА ЭКРАН
NEX:    EQU     0F815H    ;АДРЕС П/ПР. ВЫВ. ДАННЫХ В NEX-КОДЕ
BUF:    EQU     2000H     ;АДРЕС НАЧАЛА БУФЕРА
END1:   EQU     23FFH     ;АДРЕС КОНЦА БУФЕРА ДЛЯ 573РФ1
END2:   EQU     27FFH     ;АДРЕС КОНЦА  БУФЕРА ДЛЯ 573РФ2,5
END3:   EQU     3FFFH     ;АДРЕС КОНЦА БУФЕРА ДЛЯ РФ4,2764
END4:   EQU     5FFFH     ;АДРЕС КОНЦА БУФЕРА ДЛЯ 27128
MAX:    EQU     50        ;ЧИСЛО ПОПЫТОК ЗАПИСИ
PRTA:   EQU     0A000H    ;ПОРТ А
N1:     MVI     A,90H     ;ПОРТ А:ВВОД,
        STA     PRTA+3    ;ПОРТЫ В,С:ВЫВОД
        XRA     A         ;СБРОСИТЬ
        STA     PRTA+2    ;ПРОГРАММИРУЮЩИЕ НАПРЯЖЕНИЯ
        STA     FL3       ;
        LXI     SP,75FFH;
        LXI     H,S02     ;ВЫВЕСТИ НА ЭКРАН
        CALL    PRINT     ;УКАЗАТЕЛЬ РПЗУ
N2:     CALL    WW        ;ВЫБРАТЬ ТИП РПЗУ
        CPI     32H       ;ЭТО РФ2?
        JZ      R2        ;ДА,ЗАГРУЗКА ИСХ.ДАННЫХ РФ2
        CPI     34H       ;ЭТО РФ4?
        JZ      R6        ;ДА,ЗАГРУЗКА ИСХ.ДАННЫХ РФ4
        CPI     38H       ;ЭТО 27128?
        JZ      R8        ;ДА,ЗАГРУЗКА ИСХ.ДАННЫХ 27128
        CPI     31H       ;ЭТО РФ1?
        JNZ     N2        ;ДА,ЗАГРУЗКА ИСХ,ДАННЫХ РФ1
N3:     LXI     H,S05     ;ВЫВЕСТИ НА ЭКРАН
        CALL    PRINT     ;СООБЩЕНИЕ О РПЗУ РФ1
        CALL    WHOD      ;П/ПР.ИСХОДНОЙ ЗАГРУЗКИ РЕГ-РОВ
        LXI     D,END1    ;ЗАГРУЗИТЬ АДРЕС КОНЦА БУФЕРА
        MVI     A,1H      ;УСТАНОВИТЬ
        STA     FL2       ;ПРИЗНАК РФ1
        MVI     A,0H      ;СБРОСИТЬ
        STA     FL1       ;ПРИЗНАК ФИКСАЦИИ ДАННЫХ
RF1:    XRA     A         ;ОБНУЛИТЬ
        STA     ST        ;СЧЕТЧИК ПОПЫТОК
PROG0:  CALL    DOP       ;П/ПР. ЗАПИСИ В ЯЧЕЙКУ РПЗУ
        CPI     MAX       ;ЧИСЛО ПОПЫТОК <50-ЗАПИСЬ
        JNZ     PROG0     ;ПОВТОРИТЬ!
        CALL    IK55      ;ИНАЧЕ ПЕРЕЙТИ НА П/ПР. ЧТЕНИЯ
        LDA     PRTA      ;СРАВНИТЬ СОСТОЯНИЕ ВЫХ. РПЗУ
        CMP     M         ;С ДАННЫМИ БУФЕРА
        JZ      PROG2     ;СОВПАДАЮТ-ПРОДОЛЖАТЬ ПРОГРАММУ!
        JMP     BR        ;ИНАЧЕ СООБЩИТЬ О БРАКЕ
R2:     LXI     H,S06     ;ВЫВЕСТИ НА ЭКРАН
        CALL    PRINT     ;ТИП РПЗУ
        CALL    WHOD      ;НАЖАТЬ "ВК"
        LXI     D,END2    ;ЗАГРУЗИТЬ АДРЕС КОНЦА БУФЕРА
PRO:    MVI     A,0H      ;УСТАНОВИТЬ
        STA     FL2       ;ПРИЗНАК РФ2
RF2:    XRA     A         ;ОБНУЛИТЬ
        STA     ST        ;СЧЕТЧИК ПОПЫТОК ЗАПИСИ
PROG1:  CALL    IK55      ;ПЕРЕПРОГРАММИР. ПОРТ "А" НА ВВОД
        LDA     PRTA      ;СОСТОЯНИЕ ВЫХОДОВ РПЗУ
        CMP     M         ;СРАВНИТЬ С ДАННЫМИ БУФЕРА
```

```
        JZ      FIX     ;ЕСЛИ СООТВЕТСТВУЕТ,ТО ФИКСИРОВАТЬ
        MVI     A,0H    ;ИНАЧЕ- СБРОСИТЬ
        STA     FL1     ;ФЛАГ 1
        CALL    DOP     ;И ПОВТОРИТЬ ПРОЦЕСС ЗАПИСИ
        CPI     MAX     ;ЧИСЛО ПОПЫТОК <50 -
        JNZ     PROG1   ;ЗАПИСЬ ПОВТОРИТЬ!
BR:     PUSH    B       ;
        LXI     H,S00   ;ВЫВЕСТИ СООБЩЕНИЕ
        CALL    PRINT   ;О БРАКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ
        POP     B       ;В
        MOV     A,B     ;КОНКРЕТНОЙ
        PUSH    B       ;ЯЧЕЙКЕ
        CALL    NEX     ;РПЗУ
        POP     B       ;
        MOV     A,C     ;
        CALL    NEX     ;
        JMP     WYH1    ;ВЫЙТИ ИЗ ПРОГРАММИРОВАНИЯ
FIX:    LDA     ST      ;СОДЕРЖИМОЕ СЧЕТЧИКА
        ADD     A       ;УВЕЛИЧИТЬ В
        ADD     A       ;4 РАЗА
        STA     ST      ;И ЗАПОМНИТЬ
        JZ      PROG2   ;НА СРАВНЕНИЕ АДРЕСА В HL И DE
POWT:   MVI     A,1H    ;ВЫСТАВИТЬ
        STA     FL1     ;ПРИЗНАК ФИКСАЦИИ ДАННЫХ
        CALL    DOP     ;ЗАФИКСИРОВАТЬ ДАННЫЕ В ПЗУ
        LDA     ST      ;ПРОВЕРИТЬ СЧЕТЧИК ПОПЫТОК
        DCR     A       ;УМЕНЬШИТЬ НА 1
        STA     ST      ;И ЗАПОМНИТЬ!
        JNZ     POWT    ;ЕСЛИ В СЧЕТЧИКЕ >0,ТО ПРОД. ЗАПИСЬ!
PROG2:  CALL    SR      ;ПРОВЕРИТЬ КОНЕЦ БУФЕРА
        JZ      NOR     ;ЕСЛИ КОН. БУФЕРА-НА ВЫХ. ИЗ ПР-МЫ
        MOV     A,L     ;ЭТО КОНЕЦ
        CPI     0FFH    ;БЛОКА?
        CZ      BLOC    ;ДА!-СООБЩИТЬ,ИНАЧЕ
        INX     H       ;ПЕРЕЙТИ НА СЛЕД. АДРЕС БУФЕРА
        INX     B       ;ПЕРЕЙТИ НА СЛЕД. АДРЕС РПЗУ
        LDA     FL2     ;ПРОВЕРИТЬ
        CPI     1H      ;ПРИЗНАК РФ1
        JZ      RF1     ;ДА - НА ЦИКЛ ЗАПИСИ РФ1
        JMP     RF2     ;ИНАЧЕ - НА ЗАПИСЬ РФ2
SR:     MOV     A,D     ;СРАВНИТЬ
        CMP     H       ;СТАРШИЙ БАЙТ АДРЕСА
        RNZ             ;ПРИ НЕСОВПАД. УЙТИ НА ЦИКЛ ЗАПИСИ
        MOV     A,E     ;ИНАЧЕ СРАВНИТЬ
        CMP     L       ;МЛАДШИЙ БАЙТ АДРЕСА БУФЕРА
        RET             ;
IK55:   MVI     A,90H   ;ПОРТ "А"
        STA     PRTA+3  ;ПЕРЕПРОГРАММИРОВАТЬ НА ВВОД
        MOV     A,C     ;АДРЕС ДЕРЖАТЬ
        STA     PRTA+1  ;НА ВХОДАХ РПЗУ
        MOV     A,B     ;СБРОСИТЬ ПРОГР. СИГНАЛ
        STA     PRTA+2  ;НА 20 ВЫВОДЕ РПЗУ
        RET             ;
WHOD:   LXI     H,S04;
        CALL    PRINT;
        CALL    WW      ;ВВЕСТИ СИМВОЛ
        CPI     0DH     ;ЭТО "ВК"?
        JNZ     N1      ;НЕТ,ПОВТОРИТЬ!
        MVI     C,0DH;
        CALL    WYW;
        MVI     C,0AH;
        CALL    WYW;
        LXI     H,BUF   ;ЗАГРУЗКА АДРЕСА БУФЕРА
```



```
        LXI     B,0H    ;ЗАГРУЗКА АДРЕСА РПЗУ
        RET             ;
DOP:    MVI     A,80H   ;ПОРТ "А"
        STA     PRTA+3  ;НА ВЫВОД ДАННЫХ
        MOV     A,M     ;ДАННЫЕ БУФЕРА
        STA     PRTA    ;НА ВЫХОДЫ РПЗУ
        MOV     A,C     ;МЛАД. БАЙТ АДРЕСА
        STA     PRTA+1  ;НА ВХОДЫ РПЗУ
        MOV     A,B     ;СТ. БАЙТ АДРЕСА
        ORI     40H     ;И СИГНАЛ "CS"
        STA     PRTA+2  ;НА ВХОДЫ РПЗУ
        MOV     A,B     ;ПОДАТЬ
        ORI     0C0H    ;ПРОГРАММИРУЮЩИЙ
        STA     PRTA+2  ;ИМПУЛЬС
        MVI     A,65H   ;ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ
TIME:   DCR     A       ;1 MS
        JNZ     TIME    ;СНЯТЬ
        MOV     A,B     ;ПРОГР.ИМПУЛЬС
        ORI     40H     ;СИГНАЛ НА ВХОДЕ "CS"
        STA     PRTA+2  ;НЕ СНИМАТЬ!
        LDA     FL1     ;ВЕРНУТЬСЯ
        CPI     1H      ;В П/ПР.
        RZ              ;ФИКСАЦИИ ДАННЫХ
        LDA     ST      ;ИНАЧЕ УВЕ-
        INR     A       ;ЛИЧИТЬ НА 1
        STA     ST      ;ЧИСЛО ПОПЫТОК
        RET             ;
BLOC:   PUSH    B       ;
        PUSH    H       ;
        LXI     H,S01   ;ВЫВЕСТИ СООБЩЕНИЕ
        CALL    PRINT   ;О ЗАПИСИ БЛОКА
        LDA     FL3     ;
        INR     A       ;ВЫВЕСТИ
        STA     FL3     ;НОМЕР
        CALL    NEX     ;ПОСЛЕДНЕГО
        POP     H       ;БЛОКА
        POP     B       ;
        RET             ;
R6:     LXI     H,S07   ;ВЫВЕСТИ СООБЩЕНИЕ
        CALL    PRINT   ;О ПРОГРАММИРОВАНИИ
        CALL    WHOD    ;
        LXI     D,END3  ;ЗАГРУЗИТЬ В РОН
        JMP     PRO     ;АДРЕС КОНЦА БУФЕРА РФ4
R8:     LXI     H,S08   ;ВЫВЕСТИ СООБЩЕНИЕ
        CALL    PRINT   ;О ПРОГРАММИРОВАНИИ
        CALL    WHOD    ;
        LXI     D,END4  ;ЗАГРУЗИТЬ В РОН
        JMP     PRO     ;АДРЕС КОНЦА БУФЕРА
NOR:    LXI     H,S01   ;ВЫВЕСТИ СООБЩЕНИЕ
        CALL    PRINT   ;О ЗАПИСИ БЛОКА
        LDA     FL3     ;
        INR     A       ;
        CALL    NEX     ;
WYH:    LXI     H,S09;
        CALL    PRINT;
WYH1:   LXI     H,S03;
        CALL    PRINT;
        CALL    WW;
        JMP     N1;
S00:    DB      0DH,0AH,'БРАК -----> :',0
S01:    DB      0DH,0AH,'ЗАПИСЬ ДАМПА: ',0;
S02:    DB      1FH,0CH,'*PROGR* V1.3-90 ,0DH,1AH;
        DB      1AH,'ИНФ.БУФЕР: 2000H';
```



```
        DB      ODH,OAH,'----------------';
        DB      ODH,OAH,' <1>- 573РФ1',ODH,OAH;
        DB      ' <2>- 573РФ2,5',ODH,OAH;
        DB      ' <4>- 573РФ4(64)',ODH,OAH;
        DB      ' <8>- 2712B',1AH;
S03:    DB      ODH,OAH,'.',0
S04:    DB      'УСТАНОВИ М/С';
        DB      ODH,OAH,'ВКЛ. U-ПРОГР.';
        DB      ODH,OAH,'ЗАПИСЬ- <ВК>',0
S05:    DB      19H;
S06:    DB      19H;
S07:    DB      19H;
S08:    DB      19H,19H,ODH,7FH;
        DB      1BH,59H,29H,20H,0
S09:    DB      ODH,OAH,OAH,'КОНЕЦ';
        DB      ODH,OAH,'ВЫКЛ. U-ПРОГР.',0
FL1:    DB      0;
FL2:    DB      0;
FL3:    DB      0;
ST:     DB      0;
        END;
```

Рис. 4. Исходный текст программы на Ассемблере

пульсов записи при программировании микросхем с объемом памяти более 2 Кбайт×8.

Программатор питают от источников напряжения +5, −5 и +12 В, расположенных в микроЭВМ. Источник программирующих напряжений +26 и +21 В собран на плате программатора по схеме, приведенной на рис. 2 (на ней показан сетевой трансформатор, обеспечивающий на диодном мосту переменное напряжение около 30 В). Нужное напряжение устанавливают на выходе переключателем SA1 до включения программатора. Источник способен отдать в нагрузку ток не менее 50 мА. В импульсном режиме работы он не имеет выбросов напряжения.

Плата программатора соединена с микроЭВМ гибким кабелем, состоящим из проводов МГШВ 0,35. Печатная плата не разрабатывалась. Все соединения элементов между собой выполнены короткими отрезками провода МГТФ 0,07.

Программа, написанная в машинных кодах процессора К580ИК80, занимает объем 1 Кбайт и представлена на рис. 3. Она обеспечивает выбор требуемого типа РПЗУ и руководит процессом записи с контролем каж-

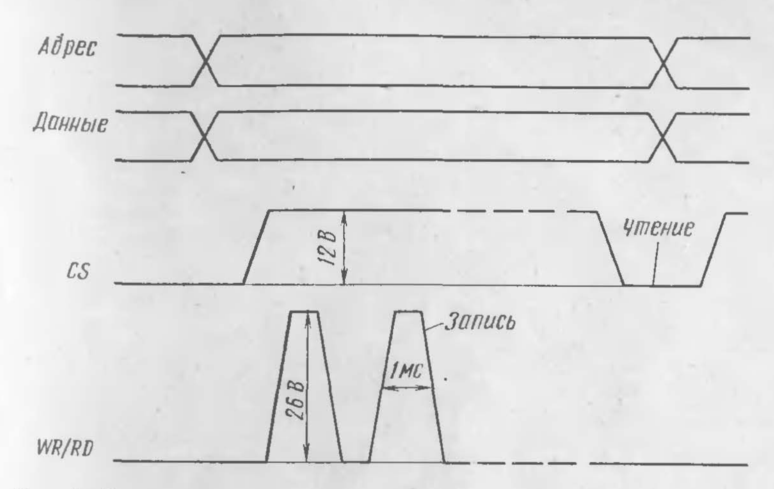


Рис. 5. Временные диаграммы сигналов записи и чтения при работе с ППЗУ К573РФ1

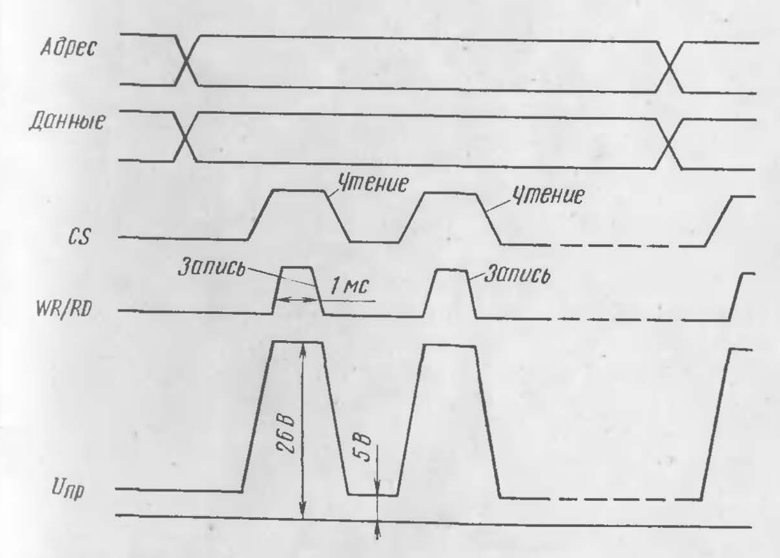


Рис. 6. Временные диаграммы сигналов записи и чтения при работе с ППЗУ К573РФ2 и К573РФ5

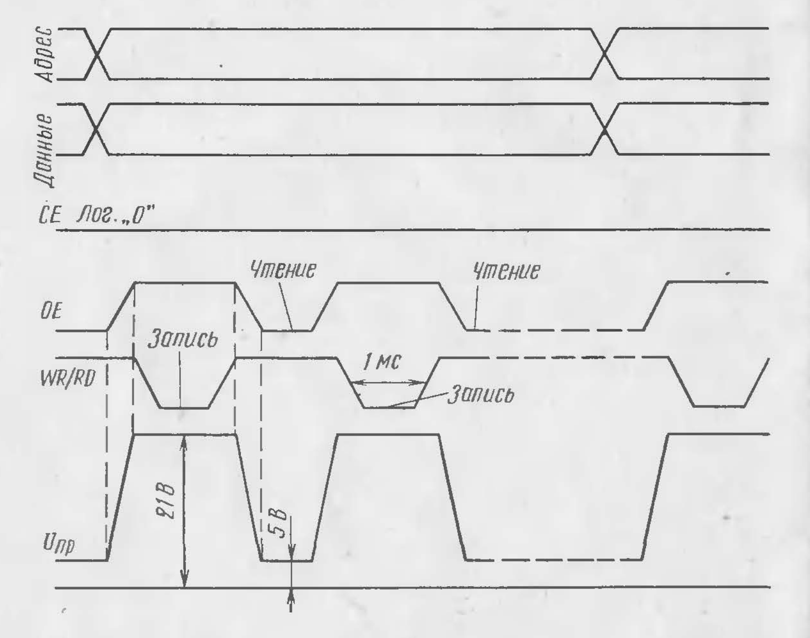


Рис. 7. Временные диаграммы сигналов записи и чтения при работе с ППЗУ К573РФ4 и К573РФ6

дого записанного байта. Алгоритм записи в основном соответствует приведенному в [4]. Исходный текст программы на Ассемблере приведен на рис. 4 и подробно комментируется.

Перед программированием информация, подлежащая записи в микросхему, должна быть загружена в буфер данных: область ОЗУ с начальным адресом 2000H. Проверка качества стирания РПЗУ и занесение данных в буфер производится директивами Монитора микроЭВМ согласно табл. 1.

Временные диаграммы сигналов записи и чтения в зависимости от типа РПЗУ, формируемых программой, показаны на рис. 5—7. В табл. 2—4 указаны комбинации управляющих сигналов для различных режимов функционирования РПЗУ.

Порядок работы с программатором. Перед началом работы источник программирующего напряжения должен быть отключен. После установки программируемой микросхемы в соответствующую панель согласно табл. 1

Таблица 1

Директива монитора	Выполняемое действие
	Чтение ПЗУ 2 Кбайт×8
I	Прочитать запись с кассеты
T, 7FF,2000	Занести прочитанную информацию в буфер программатора
R, 7FF,0	Переписать содержимое РПЗУ в ОЗУ с адреса 0000H
C, 7FF,2000	Сравнить содержимое РПЗУ с информацией в буфере
D, 7FF	Распечатать содержимое РПЗУ на экране
	Проверка качества стирания
F1000,17FF,FF	Заполнить область ОЗУ 2 Кбайт кодом FF (чистое РПЗУ)
R,7FF,0	Переписать содержимое РПЗУ в ОЗУ с адреса 0000H
C,7FF,1000	Сравнить содержимое РПЗУ с кодом FF; о несовпадении данных в РПЗУ сообщить
	Сравнение содержимого двух РПЗУ
R,7FF,1000	Переписать содержимое первой микросхемы в ОЗУ с адреса 1000H*
R,7FF,0	Переписать содержимое второй микросхемы в ОЗУ с адреса 0000H
C,7FF,1000	Сравнить содержимое двух РПЗУ между собой
	Вывод на экран буфера
D,2000,27FF	Вывести на экран информацию в 16-ричном коде

* После выполнения данной директивы первую микросхему заменяют на вторую.

проверяют качество стирания. Следует отметить, что при наличии нескольких бракованных ячеек РПЗУ (информация в них отлична от кода FF) следует повторить процесс стирания информации в микросхеме. Стирание в РПЗУ производится с помощью ультрафиолетовых излучателей (в частности, медицинских ламп) с расстояния 5...8 см в течение 30...40 мин. **Нагрев микро-**

Таблица 2

Состояние входов РПЗУ К573РФ1 в различных режимах работы

Режим	CS	WR/RD
Хранение	1	0
Программирование	1	П
Считывание	0	0

Примечания: 1. 1 — логическая 1; 0 — логический 0; П — импульс положительной полярности.

2. В режиме программирования амплитуда импульса 26 В.

Таблица 3

Состояние входов РПЗУ К573РФ2, К573РФ5 в различных режимах работы

Режим	CS	WR/RD	U на выв. 21
Хранение	1	x	+5 В
Программирование	1	П	+26 В
Контроль после программирования	0	0	+26 В
Считывание	0	0	+5 В

Примечание. 1 — логическая 1; 0 — логический 0; П — импульс положительной полярности; x — безразличное состояние.

Таблица 4

Состояние входов РПЗУ К573РФ4, К573РФ6 в различных режимах работы

Режим	CE	OE	WR/RD	U на выв. 1
Хранение	1	x	x	+5 В
Программирование	0	1	U	+21 В
Контроль после программирования	0	0	1	+21 В
Запрет программирования	1	x	x	+21 В
Считывание	0	0	1	+5 В

Примечание. 1 — логическая 1; 0 — логический 0; П — импульс положительной полярности; U — импульс отрицательной полярности; x — безразличное состояние.

схемы при этом должен быть исключен! Если нет возможности провести стирание информации в РПЗУ, то тогда надо проанализировать данные, которые будут занесены в «грязные» ячейки. В ряде случаев удается использовать такие микросхемы. Например, совершенно очевидно, что в ячейку, содержащую исходный байт FEH, можно записать байт 00H.

Загрузку буфера данных для программирования после ввода массива с магнитной ленты производят копированием информации по директиве Т Монитора.

Программа записи РПЗУ может храниться как на ленте, так и в ПЗУ объемом 1 Кбайт (К573РФ1). В последнем случае переписать ее в ОЗУ можно следующим образом. Микросхему с данной программой устанавливают в панель для программирования РПЗУ К573РФ1 и по директиве R,7FF,0 программу переносят в ОЗУ. После выполнения данной процедуры микросхему вынимают.

Запуск программы после занесения ее в ОЗУ производят по директиве СО. При этом на экране появится сообщение:

«*PROGR* V1.3—90

*ИНФ. Буфер: 2000H»

Выберем РПЗУ, например, К573РФ2. На экране дисплея прочтем:

«Установи МС»

«ВКЛ. U—ПРОГР. ЗАПИСЬ —'ВК'»

Затем в панель надо установить микросхему и включить источник напряжения +26 В. Если нет сомнений в правильности информации, находящейся в буфере, то нажимают клавишу «ВК» («Возврат каретки») на клавиатуре микроЭВМ.

После этого начнется процесс записи. После успешной записи каждого блока объемом 256 байт на экран выводится сообщение:

«ЗАПИСЬ ДАМПА БЛОК—N»

Когда будет записана информация, на экране будет сообщение:

«КОНЕЦ»

В случае невозможности записи в какую-либо ячейку РПЗУ в программе предусмотрено сообщение об этом пользователю и указание на экране адреса бракованной ячейки.

По окончании записи необходимо выключить источ-

ник программирующего напряжения и вынуть микросхему из панели.

При программировании микросхем К573РФ4 и К573РФ6 переключатель SA2 необходимо установить в положение «8 К», SA3 — «Выключено». Напряжение источника программирующего напряжения должно быть +21 В.

Если необходимо прочитать содержимое РПЗУ объемом 8 Кбайт, ×8, переключатель SA3 нужно перевести в положение «Чтение». Перенос информации в ОЗУ в этом случае проводится аналогично описанному в табл. 1, но с учетом нового объема. Для чтения из РПЗУ объемом 16 Кбайт×8 (INTEL 27128) переключатель SA2 устанавливают в положение «16 К». В остальном процесс чтения аналогичен описанному для микросхем К573РФ4, К573РФ6.

Литература

1. Горшков Д., Зеленко Г., Озеров Ю., Попов С. Персональный радиолюбительский компьютер «Радио-86РК».— Радио, 1986, № 5—8.
2. Лукьянов Д., Богдан А. «Радио-86РК» — программатор ПЗУ.— Радио, 1987, № 8, 9.
3. Попов С. ПЗУ для Бейсика.— Радио, 1987, № 3.
4. Дианов А., Щелкунов Н. Методика программирования ПЗУ.— Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 3.
5. Найденов А и др. Программатор ППЗУ на базе микроЭВМ «Электроника К1-20».— Микропроцессорные средства и системы, 1986, № 5.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЦВЕТОСИНТЕЗАТОР

А. Трегулов

Данное устройство позволяет создавать произвольные светодинамические композиции, запоминать их в ОЗУ статического типа и в последующем автоматически воспроизводить. Наиболее очевидная область применения цветосинтеза — световое оформление дискотек, иллюминация и т. п.

Устройство аналогичного назначения на основе ПЗУ имеет принципиальный недостаток — невозможность изменения «зашитой» логики работы. Цветосинтезатор С. Алешковского (см. «Радио», 1986, № 11, с. 49 и № 12, с. 55) лишен этого недостатка, но требует больших затрат времени на запись и применения дополнительной аппаратуры, что не всегда возможно.

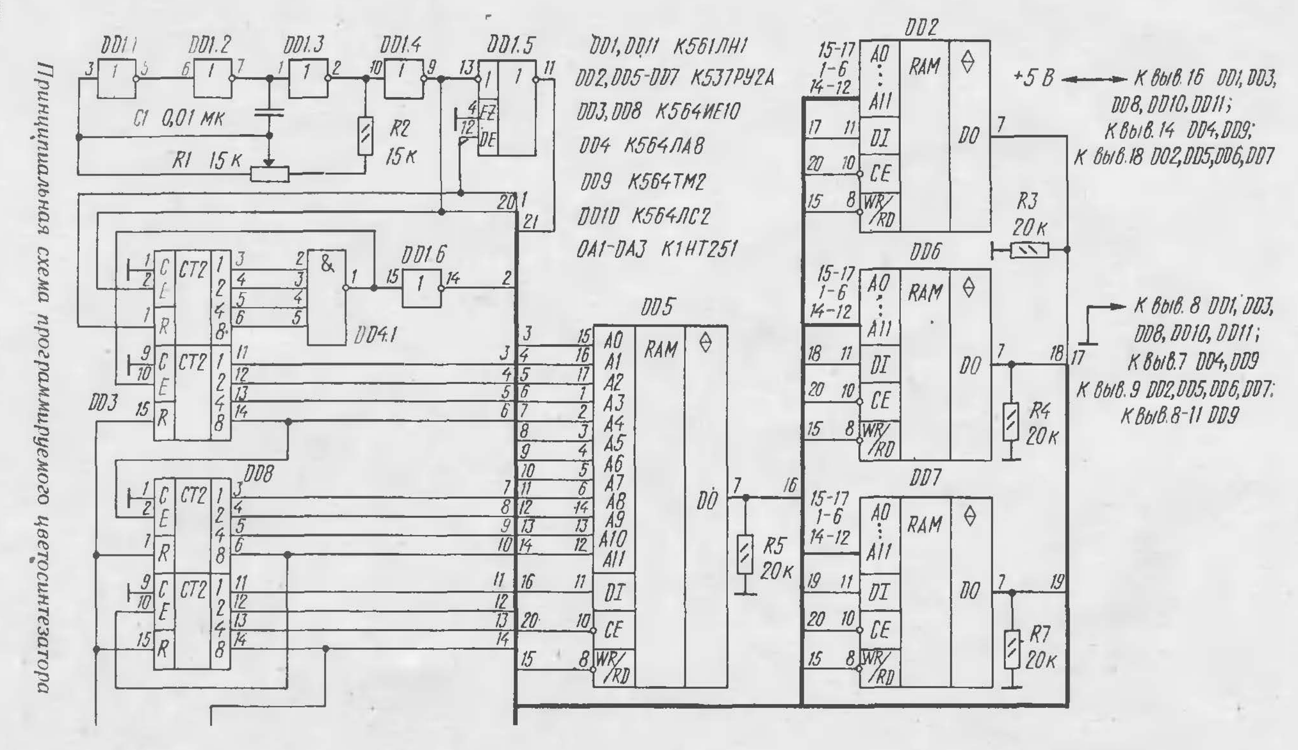
Описываемое ниже устройство имеет четыре цветовых канала с памятью по 4 Кбит, что позволяет синтезировать «программы» световых эффектов продолжительностью около 41 с. При записи и воспроизведении предусмотрена возможность регулирования уровня фоновой засветки ламп.

Включив режим «Запись», индицируемый светодиодом, оператор, нажимая клавиши выбора каналов, «дирижирует» источниками света. Параллельно с этим происходит автоматическая запись в ОЗУ информации с клавиатуры. По истечении 41 с цветосинтезатор автоматически переходит в режим «Воспроизведение» и непрерывно повторяет записанный фрагмент в течение требуемого времени.

Принципиальная схема устройства приведена на рисунке.

На элементах DD1.1—DD1.4 выполнен задающий генератор. Частоту следования генерируемых им импульсов можно регулировать резистором R1 в пределах 1,5...3 кГц. С выхода элемента DD1.6 снимаются короткие импульсы с частотой следования 100 Гц, синхронизированные с моментами перехода сетевого напряжения через «нуль». Эти импульсы используются в качестве счетных для генерации кодов адресов ОЗУ, а также для фазового управления симисторами в режиме фоновой засветки (изменением частоты задающего генератора). Информация с клавиатуры в режиме записи поступает также на селектор DD10, стробируемый тактовыми импульсами. На его выходах, в зависимости от состояния клавиш выбора каналов, присутствуют либо импульсы фазового управления (режим фоновой засветки), либо тактовые импульсы (режим нормальной яркости).

Устройство функционирует следующим образом. При кратковременном нажатии на кнопку SB1 триггер DD9 переходит в нулевое состояние — включается режим «Запись». Счетчики DD3, DD8 перебора адресов ОЗУ также устанавливаются в нулевое состояние, после чего начинают выдавать коды (с периодом 10 мс). По каждому



Принципиальная схема программируемого цветосинтезатора

адресу в память записывается информация о состоянии клавиатуры в данный момент. По окончании записи спад импульса старшего разряда счетчика DD8 переключает триггер DD9 в единичное состояние, включается режим «Воспроизведение». При этом блокируется изменение состояния выходов микросхемы DD11, и она не оказывает влияния на работу устройства в этом режиме. Сигналы с выходов микросхем ОЗУ, управляя селектором DD10, воссоздают последовательность световых эффектов, которые были при записи.

В устройстве применены следующие элементы. Переменный резистор R1 — СП3-9, резисторы R9, R11, R13, R19 — МЛТ-0,25, остальные — МЛТ-0,125. Конденсаторы C1—C3—КМ; C4, C5 — К50-29. Диоды VD2—VD6 могут быть любые с максимально допустимым обратным напряжением не менее 30 В и прямым током не менее 200 мА. Кнопки — любого типа, желательно с минимальным усилием при замыкании.

Трансформатор питания — готовый или самодельный мощностью 2...3 Вт и напряжением на вторичной обмотке 10...14 В.

Транзисторные сборки К1НТ251 можно заменить дискретными транзисторами КТ315А—КТ315Е, микросхемы серии К564 — микросхемами серии К561. При применении источников света мощностью свыше 100 Вт (но не более 1 кВт) симисторы необходимо установить на теплоотводы.

Узел управления смонтирован на печатно-проводниковой плате по методу, изложенному в статье А. Долгого «Если нет КР580ВГ75», опубликованной в «Радио», 1987, № 5, с. 22—24. При монтаже необходимо обеспечить защиту микросхем от воздействия статического электричества.

Правильно собранный из исправных элементов цветосинтезатор в налаживании не нуждается и начинает работать сразу после включения.

Конструктивно программируемый цветосинтезатор собран (у автора) в корпусе из изоляционного материала. На одной плате смонтирован узел управления, на другой установлены симисторы и трансформатор питания. Органы управления и индикации размещены на лицевой панели. На задней стенке закреплены розетки для подключения источников света.

 2*

Внимание! Устройство имеет гальваническую связь с сетью переменного тока. При проверке работоспособности устройства и его эксплуатации необходимо строго соблюдать правила техники безопасности.

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ

ПРОБНИК-ИНДИКАТОР

В. Кузин

Описываемый пробник-индикатор позволяет определить характер неисправности в кабелях (жгутах) и место обрыва в них, проверить исправность конденсаторов, диодов, p-n переходов транзисторов и тиристоров, цепей питания микросхем ТТЛ-серий, подобрать диоды, варикапы по номинальной емкости, контролировать емкость монтажа и логические уровни.

Пробник-индикатор применим при изготовлении и эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры и, в частности, для оперативного определения характера и места неисправности в кабельных соединениях. В последних наиболее часто встречаются обрывы, возникающие вблизи разъемов, соединительных плат, колодок и т. д. Отыскать их традиционными методами — с помощью омметров и пробников различных конструкций затруднительно, так как они позволяют лишь установить факт неисправности вплоть до отдельного проводника, но без указания места неисправности.

Принцип действия пробника-индикатора основан на использовании межпроводниковой емкости кабеля (жгута) или межэлектродных емкостях радиоэлементов в качестве частотозадающей емкости генератора импульсов. Наличие или отсутствие колебаний фиксируется по состоянию светодиодов. Чувствительность пробника составляет единицы пикофарад.

Принципиальная схема пробника-индикатора приведена на рис. 1. Он состоит из генератора импульсов (образован одновибратором DD1.1, емкостью исследуемой цепи, резисторами R2, R3), инвертора DD1.2, RS-триггера DD1.3, DD1.4 и индикатора на светодиодах HL1, HL2 с ограничительными резисторами R4, R5.

Когда вход пробника никуда не подключен, из-за входной емкости $C_{вх}$ и резистора обратной связи

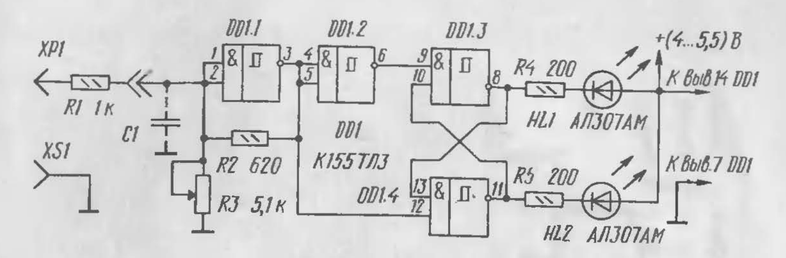


Рис. 1. Прииципиальная схема пробника-нндикатора

R2 генератор импульсов возбуждается и вырабатывает импульсы с частотой следования $f \approx 0{,}7/R2C_{вх}$ [1]. При этом RS-триггер периодически (с частотой f) меняет свое состояние. Следовательно, светодиоды HL1 и HL2 будут светиться. С помощью резистора R3 можно изменить режим работы геиератора. При малых значениях сопротивления резистора вход пробника (выводы 1, 2 DD1.1) окажется подключенным к общему проводу. А это значит, что генератор импульсов не возбудится и на его выходе (на выводе 3 DD1.1) будет уровень логической 1, поступающий на вход инвертора (DD1.2), с выхода которого уровень логического 0 переводит RS-триггер (DD1.3, DD1.4) в единичное состояние — светится только светодиод HL2. При больших значениях сопротивления резистора R3 частота генерации генератора импульсов будет максимальной и, когда длительность импульсов окажется равной времени задержки инвертора (DD1.2), RS-триггер перейдет в нулевое состояние — светится только светодиод HL1. Если в этот момент параллельно резистору R3 (т. е. к входу пробника) подключить емкость значением от единиц пикофарад и более, возрастет длительность импульсов и, следовательно, будут светиться оба светодиода HL1 и HL2 [2].

Резисторы R4 и R5 ограничивают ток светодиодов HL1 и HL2. Резистор R1 используется только при работе пробника в качестве индикатора логических уровней.

Пробник-индикатор собран на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 30×25×1,5 мм, чертеж которой показан на рис. 2.

В приборе применены резисторы СП3-4 (R3) и МЛТ (R1, R2, R4, R5).

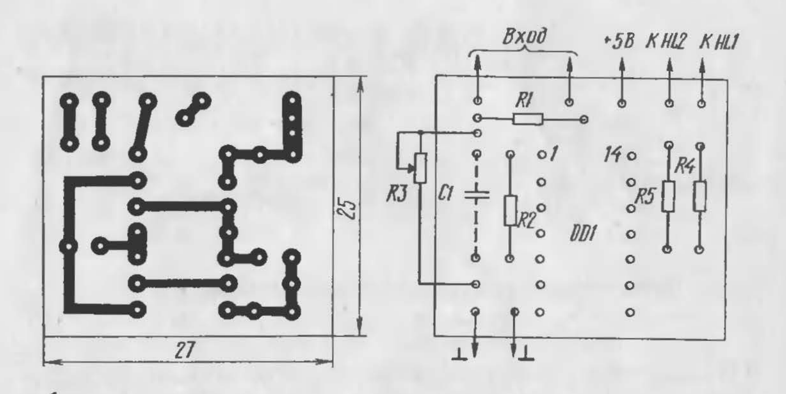


Рис. 2. Чертеж печатиой платы пробника-нндикатора

Микросхему К155ТЛ3 можно заменить на К155ТЛ1, включенную совместно с К155ЛА3 (К155ЛА1 и т. п.) или на две К155ТЛ1. Светодиоды АЛ307АМ заменимы на АЛ307, АЛ102 с любыми буквенными индексами.

Налаживание пробника сводится к получению устойчивой генерации импульсов генератором при отключенном входе. Для этого, изменяя сопротивление резистора R3, добиваются одновременного свечения светодиодов HL1, HL2. Если этого сделать не удается, параллельно резистору R3 включают конденсатор емкостью 10...75 пФ (на схеме показан пунктирной линией). Затем надо перевести движок резистора R3 в крайние положения и убедиться в погасании светодиодов.

Работоспособность пробника-индикатора сохраняется при напряжении питания 4...5,5 В. Потребляемый ток не превышает 50 мА.

Перед работой пробник настраивают. Плавно изменяя сопротивление резистора R3, добиваются, чтобы светился только светодиод HL1, причем положение движка R3 фиксируют в момент погасания светодиода HL2.

Для определения характера неисправности и места обрыва в кабеле к контактам разъема на одной стороне кабеля поочередно подключают общий провод пробника, а с другой стороны к одноименным контактам разъема — щуп. При исправных проводниках светится только светодиод HL2.

Затем общий провод пробника подключают к экрану или к заведомо исправному проводнику, а щупом поочередно касаются каждого проверяемого контакта

разъема. Свечение только светодиода HL1 указывает на обрыв вблизи разъема. Свечение светодиода HL2 свидетельствует о том, что проверяемая цепь гальванически соединена с экраном. При необходимости кабель проверяют с двух сторон.

Если требуется определить, существует ли обрыв в жгуте, проверку делают со стороны разъема. Общий провод пробника подключают к экрану или корпусу устройства, по которому проложен жгут, а щуп поочередно присоединяют к каждому проверяемому контакту. Свечение только светодиода HL1 говорит об обрыве вблизи контактов разъема. Проверка возможна при распаянном жгуте, так как опасность пробоя элементов устройства практически отсутствует — напряжение на входе пробника около 1 В.

При проверке конденсатора последний подключают к входу пробника. Если элемент исправен, светятся (при большом значении емкости — попеременно) оба светодиода. Свечение только одного HL2 указывает на наличие пробоя, только HL1 — на обрыв одного из выводов. Конденсаторы ЭТО и им подобные нужно подключать выводом «минус» к общему проводу проводника. Исследуемые конденсаторы могут иметь емкость от единиц пикофарад до нескольких тысяч микрофарад. При значениях более сотен пикофарад движок резистора R3 следует установить в верхнее по схеме положение. Конденсаторы перед проверкой необходимо разрядить.

Исправность диодов (варикапов, стабилитронов и др.) проверяют следующим образом. Предварительно фиксируют положение движка резистора R3 в момент погасания светодиода HL2. Если при подключении диода анодом к щупу пробника, а катодом к общему проводу светится лишь светодиод HL1, а при обратном включении — оба светодиода, то исследуемый элемент исправен. В том случае, когда необходимо к этому диоду подобрать другие с такой же емкостью, то, не отсоединяя его, резистором R3 добиваются момента погасания светодиода HL2. Остальные диоды при обратном их подключении не должны вызывать свечения светодиода HL2.

Исправность p-n переходов транзисторов, тиристоров и цепей питания микросхем ТТЛ-серий контролируют так же, как и диодов.

Для проверки емкости монтажа к входу пробника сначала присоединяют конденсатор, емкость которого

соответствует допустимому значению емкости монтажа, и резистором R3 добиваются погасания светодиода HL2. Затем вместо конденсатора подключают участок проверяемой цепи. Свечение обоих светодиодов указывает на превышение значения номинальной емкости монтажа.

При использовании пробника в качестве индикатора логических уровней к щупу пробника подключают резистор R1 (можно сделать отдельный вход). Подав на вход индикатора напряжение, соответствующее уровню логического 0, резистором R3 добиваются погасания светодиода HL1. Свечение только светодиода HL2 указывает на то, что на входе индикатора присутствует уровень логического 0, свечение только светодиода HL1 свидетельствует о наличии уровня логической 1. Если одновременно зажжены оба светодиода, то это указывает на неопределенность.

Область применения пробника-индикатора может быть расширена в зависимости от характера выполняемых работ.

Литература

1. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника/Справочное руководство.— М.: Мир, 1982.
2. Авторское свидетельство № 1213441 (СССР). Устройство для определения характера и места неисправности в кабельных изделиях/Авт. изобр. Кузин В. М., Анисимов В. И.— Бюллетень изобретений, 1986. № 7.

СОДЕРЖАНИЕ

УСИЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Д. Атаев, В. Болотников. Автомобильный стереофонический усилитель 3

Ф. Гавриленко. Трехполосный стереофонический усилительный комплекс «Кредо» 20

СПОРТИВНАЯ АППАРАТУРА

А. Демиденко. Клавиатурный датчик телетайпного кода 49

ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА

М. Овечкин. Программатор ППЗУ со стиранием ультрафиолетовым излучением 56

А. Трегулов. Программируемый цветосинтезатор 68

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ

В. Кузин. Пробник-индикатор 74